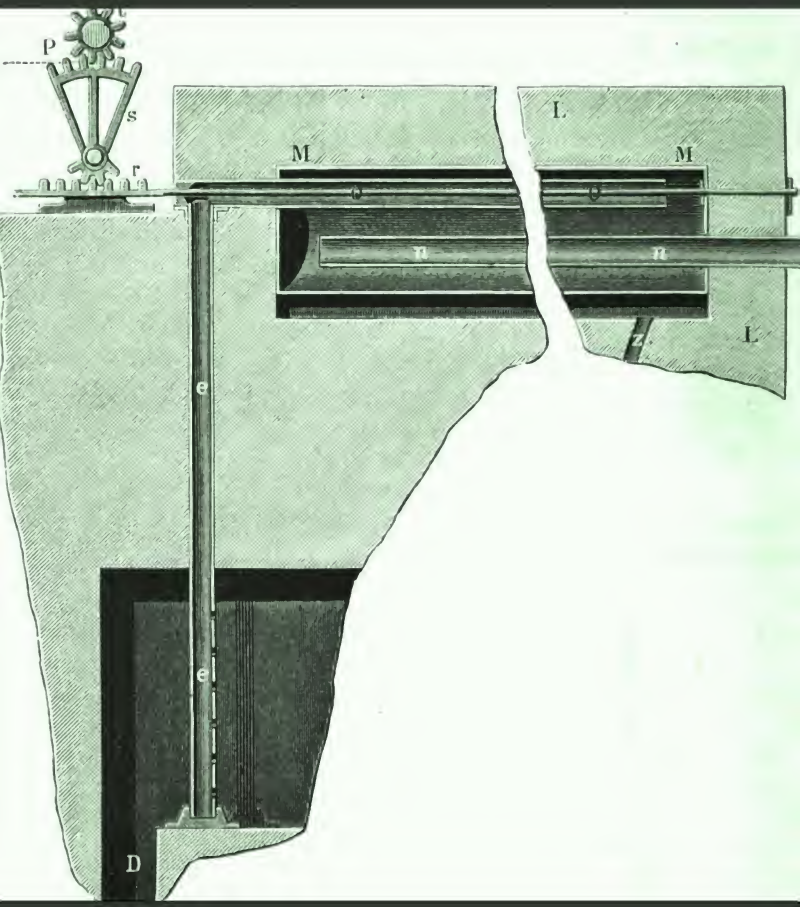


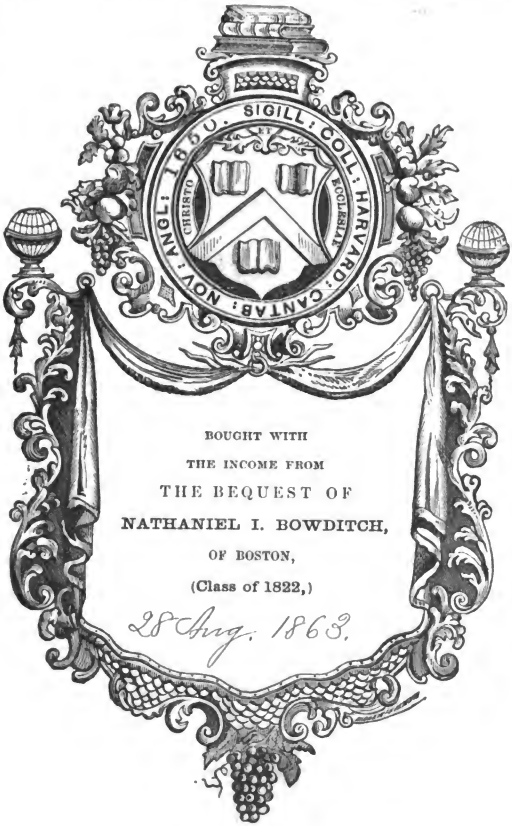
Die Glasfabrikation

Wilhelm Stein

Digitized by Google

Chem 7003.1

Bd. Mar. 1898.



BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
NATHANIEL I. BOWDITCH,
OF BOSTON,
(Class of 1822,)
28 Aug. 1863.

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

III. 1.

Holzſtiche
aus dem xylographiſchen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunſchweig.

Papier
aus der mechaniſchen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhauſen
bei Braunſchweig.

Digitized by Google

Handbuch

der

chemischen Technologie.

In Verbindung

mit

mehren Gelehrten und Technikern

bearbeitet,

und herausgegeben

von

Dr. P. Polley,
Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Acht Bände,

die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

Dritten Bandes erste Gruppe.

Die Glasfabrikation.

Mit Kupfertafeln und in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1862.

Digitized by Google

Die

Glasfabrikation.

Von

Wilhelm
W. Stein,
Professor der Chemie an der polytechnischen Schule zu Dresden.

Mit 233 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1 8 6 2.

Digitized by Google

~~34.151~~
Chem 7003.1

1863 Aug. 25
Bancroft fund.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer, englischer und anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

Vorwort.

Die vorliegende Schrift ist Theil eines größeren chemisch-technischen Werkes, welches unter der Haupt-Redaction des Herrn Professors Bolley im Verlage der Herren Vieweg und Sohn erscheint. Um jedoch speciellen Bedürfnissen entgegenzukommen, wird die Verlagshandlung in anerkennenswerther Weise die einzelnen Abhandlungen auch für sich allein abgeben.

Der Verfasser ist bemüht gewesen, den angehenden Praktiker mit allen wichtigen Punkten seiner Aufgabe bekannt zu machen und ihm als Führer und Rathgeber zu dienen, den in der Praxis Stehenden wissenschaftliche Aufklärung über die Erscheinungen ihres Geschäftes zu geben: in allen Fällen aber auch darauf hinzuweisen, wo die Praxis mit der Wissenschaft nicht in vollem Einklange steht, oder wo die praktischen Grundlagen zu wissenschaftlichen Erklärungen mangelhaft sind. Er hat sich mit einem Worte bestrebt, ein vollständiges Bild der Glasfabrikation, sowohl ihrer Geschichte, als ihrer einzelnen wichtigsten Zweige zu entwerfen. Sollte dieses Bild dem Einen oder Andern nicht in allen Theilen ausgeführt genug erscheinen, so möge er es damit entschuldigen, daß eine gewisse

Digitized by Google

Grenze der Ausführlichkeit nicht überschritten werden durfte, um nicht das ganze Werk über Gebühr zu vergrößern. — Die wichtigsten Linien wird er dennoch nicht vermissen. Fänden sich aber Mängel, welche dem Verfasser zur Last fielen, so bittet er um Nachsicht und wird dankbar anerkennen, wenn er darauf aufmerksam gemacht wird.

Dresden, im October 1861.

W. Stein.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Die Glasfabrikation.
Allgemeingeschichtliches 1
Die physikalischen Eigenschaften des Glases 5
Chemische Beschaffenheit und chemische Eintheilung des Glases 8

Erste Klasse.
Glas mit einer oder zwei Basen, die derselben Gruppe angehören.
Wasserglas, lösliches Glas 8
Kaliwasserglas, — Natronwasserglas, — Doppelwasserglas 9.

Zweite Klasse.
Glas mit mehreren Basen, die verschiedenen Gruppen angehören.
Erste Gattung. Kalkglas 10
Das Natron- (Kalk-) Glas 11. — Das Kali- (Kalk-) Glas 12.
Zweite Gattung. Blei- (Kali-) Glas 14

Dritte Klasse.
Gefärbte und getrübte Gläser.
Erste Gattung. Farbige Gläser 16
Erste Art, blaues Glas 16. — Zweite Art, gelbes Glas 16. — Dritte Art, grünes Glas 17. — Vierte Art, rothes Glas 17. — Fünfte Art, violettes Glas 19. — Sechste Art, schwarzes Glas 19.
Zweite Gattung. Trübe Gläser 20
Erste Art, Email 20. — Zweite Art, Milchglas 20. — Dritte Art, Alabasterglas 21.
Tabellarische Uebersicht der Glasanalysen 22
Praktische Folgerungen aus dem Vorhergehenden 24
Praktische Eintheilung der Gläser 26
I. Der Satz 28
Die Verflüchtigung von Alkali 28

Digitized by Google

Seite

Von den Rohstoffen 31
1. Kieselerde 31. — 2. Kalk 32. — 3. Kali 32. — 4. Natron 32. — 5. Bleioxyd für die Bleigläser 37.
Die Reinigungsmittel 37
Die Glasbrocken 38
Die Vorbereitung der Rohmaterialien 39

Vorschriften zu Glassätzen, wie sie auf verschiedenen Hütten wirklich benutzt werden 40

Sätze für Kali-Krystall 42
Sätze für böhmisches Spiegelglas 43
Sätze für böhmisches Kreideglas (Schleifglas, weißes Hohlglas) . . . 44
Satz für böhmische Verbrennungsröhren 45
Satz zu böhmischem Tafelglas 45
Satz zu französischem Spiegelglas 45
Sätze für weißes Tafelglas (französisches, Natronglas) 45
Sätze für halbweißes Natron-Tafelglas 46
Sätze für halbweißes Kali-Tafelglas 48
Sätze für Bouteillenglas 49
Sätze für Bleikrystall 50
Sätze für optisches Glas 51
Crownglas, — Flintglas 51.
Sätze für Straß 52
Sätze für trübe Gläser 53
a. Zinnemail 53. — b. Arsenikemail 53. — c. Milchglas 53. — d. Opalglas 54. — e. Alabasterglas 54.
Sätze für farbige Gläser 54
Violett, — Amethyst, — Blau, — Saphir 55. — Azurblau, — Grün, — Gelb 56. — Orange, — Goldtopas, — Türkis, — Roth mit Kupfer, — Rubinglas 57. — Roth, — Roth mit Gold 58. — Aventurin 59. — Hyalith 60.
Wissenschaftliche Berechnung der Glassätze 60

II. Das Schmelzen 64

A. Von der Temperatur der Schmelzöfen und den Brennmaterialien.

Vergaste Brennmaterialien 68. — Der praktische Brennmaterialverbrauch 71. — Die theoretisch nothwendige Brennmaterialmenge 72.

B. Von dem Hafen- und Ofenmateriale.

Reinigung des Thones 75. — Nothwendiger Zusatz von Cement 76. — Die Zubereitung der Masse 78.

C. Die Gestalt, Größe und Anfertigung der Häfen.

Gestalt der Häfen 80
Die offenen Häfen 80. — Die bedeckten Häfen 81.
Größe der Häfen 81
Das Formen 84
Das Formen aus freier Hand 85. — Das Formen in der Form 87.

Digitized by Google

Seite
Das Trocknen der Häfen 89
Die Gestehungskosten 90

D. Von den Schmelzöfen.

Allgemeine Betrachtungen 91
Gestalt der Schmelzöfen 95
Vortheilhafteste Größe 96
Klassifikation der Oefen 97.
Vom Bau der Schmelzöfen 97
Der Bau aus Masse 97. — Der Bau mit geformten Steinen 97. — Der Unterbau für Holzöfen 99. — Der Unterbau für Kohlenöfen 104. — Die Construction des Gewölbes 112.
Das Einsetzen der Häfen 116

E. Die eigentliche Schmelzarbeit.

Die Vorbereitung der Häfen und das Eintragen oder Einlegen . . . 118
Die Glasgalle 119.
Das Läutern 119
Die Bedienung des Ofens während des Schmelzens und Arbeitens . 120
Schmelzzeit 121. — Schmelzverlust 121.

III. Die Formgebung 122

Verarbeitung des Glases.

Allgemeine Bemerkungen 122. — 1. Das Blasen 122. — 2. Das Formen durch Blasen 122. — 3. Die Formen 123. — 4. Das Aufnehmen des Glases 126. — 5. Der Hafenring 129. — 6. Die Abtrennung von der Pfeife 129. — 7. Das Aufnehmen der geblasenen Gegenstände 130. — 8. Das Kühlen 131. — 9. Die Rüstung 132. — 10. Glasabgang bei der Arbeit 134.

A. Hohlglas.

1. Die Flaschenfabrikation 134
Die Formung einer Rheinweinflasche 135. — Champagnerflasche 137.
2. Die Becherfabrikation 138
a. Die Weißbecherfabrikation 138. — α. Die Formung eines Weinglases mit Fuß (Becherglas) 140. — β. Die Formung einer Zuckerschale 142. — γ. Die Formung eines Kännchens mit Ausguß und Henkel 142. — δ. Die Formung eines Lampencylinders 143.
b. Die Buntbecherfabrikation 143. — Berechnung der Fabrikationskosten für Hohlglas 146. — Der Verkauf des Hohlglases 147. — Die Bezahlung der Arbeit 147.

B. Tafelglas.

1. Fensterglas 148
a. Die Cylinderglasfabrikation 150. — Das Blasen der Haube 152. — Das Blasen des Cylinders 154. — Das Oeffnen des Cylinders 154. — Das Strecken 155. — Das Absprengen der Haube und das Aufsprengen des Cylinders 155. — Das Ausstrecken 155. — Streköfen mit rotirenden Streckſteinen 159. —

Digitized by Google

Seite

Streckofen mit geradliniger Bewegung der Streckſteine 163. — Das Brennmaterial 168. — Koſten des Streckens 168. — Verkaufsart 168. — Preiſe des einfachen Tafelglaſes pro Quadratfuß in großen Tafeln 170. — Die Bezahlung der Tafelglasbläſer 170. — Bauchige und cannelirte Glastafeln 170. — Cannelirte Glasſcheiben 170. — Bauchige Glasſcheiben 171. — Mouſſelinglas 171. — Uhrgläſer 172. — Glasglocken 173.

b. Die Mondglasfabrikation 173.

2. Spiegelglas 176

a. Das Blaſen des Spiegelglaſes 178.

b. Das Gießen der Spiegel 181. — Die Gießhäfen 181. — Die Größe der Gießhäfen 181. — Die Größe der Schmelzhäfen 181. — Die zum Spiegelguß gebrauchten Schmelzöfen 182. — Die Gießtafel 185. — Das Ausziehen der Tafeln aus dem Kühlofen 189. — Bezahlung der Arbeiter in den Spiegelfabriken 191. — Verkaufsart 192.

C. Maſſives Glas.

Glaspaſten 193. — Lüſterſteine, Kronleuchtergläſer 193. — Märmel, Klicker 193. — Glasaugen 194.

D. Optiſches Glas.

Bleifreies oder Kronglas, — bleihaltiges oder Flintglas 194.

E. Glasſtäbe, Glasfäden und Glasröhren.

Verfahren, einen einfachen Stab oder Faden zu formen 196. — Die Petinet- oder Spitzenglasſtäbe 197. — Die Milleſioriſtäbe 198. — Die Herſtellung der Glasröhren 198.

F. Kunſtgläſer.

Incruſtationen 199. — Eisglas 200. — Glasperlen 201. — Spitzen-, Band- und Fadenglas 204. — Reticulirtes Glas 205. — Milleſiori- oder Moſaikglas 207.

IV. Die Vollendung und Verzierung der Glasgegenſtände . . . 209

Das Schleifen 209. — Das Poliren 211. — Das Schleifen optiſcher Gläſer 211. — Das Schneiden des Glaſes 211. — Das Belegen der Spiegel 211. — Das Belegen mit Zinnamalgam 212. — Koſten der Queckſilberbelegung 214. — Das Belegen mit Silber 214. — Verfahren von Petitjean 214. — Verfahren von Liebig 215. — Verfahren von Löwe 215. — Verfahren zum Verſilbern des Spiegelglaſes von Broſſette und Comp. 216. — Ueber die Koſten der Silberbelegung 217. — Das Bemalen des Glaſes 218.

Andeutungen über die Anlage von Glasfabriken 218

Andeutungen über die Adminiſtration von Glasfabriken 223

Verbrauchte Stoffe. Brennmaterialien 224. — Schmelzmaterialien 224. — Thon und Charmotte 224. — Producte 224.

Digitized by Google

Die Glasfabrikation.

Allgemeingeschichtliches. Wir fragen nach der Geschichte eines Gegen- 1
standes nicht allein darum, weil wir in der Vergangenheit Belehrung suchen; — der dem Menschengeiste angeborne Trieb, Unbekanntes zu erforschen, veranlaßt uns dazu eben so sehr, auch wenn wir eine Erweiterung unserer Erkenntniß nicht erwarten dürfen. Dies rechtfertigt es hinreichend, daß auch hier einige Worte über die Geschichte des Glases im Allgemeinen angeführt werden, wenn auch daraus für die jetzige Glasfabrikation irgend eine Nutzanwendung nicht hervorgehen kann. Ein hohes Interesse muß es sicherlich Jedem, der an der Geschichte der Menschheit Antheil nimmt, gewähren, zu erfahren, daß schon vor Jahrtausenden die Menschen mit bewundernswerthem Scharfsinne und überraschender Geschicklichkeit eine der schwierigsten gewerblichen Operationen, die Formung des Glases, auszuüben verstanden.

Die älteste Geschichte der Glasfabrikation ist, wie die so manches nützlichen Gegenstandes, in vollständiges Dunkel gehüllt. Wir wissen mit Sicherheit weder wo, noch wie es erfunden worden ist. Man hat manchmal bestritten, daß den Aegyptern die Glasfabrikation bekannt gewesen sei. Allein glasähnliche Schmuckgegenstände, die man in ägyptischen Gräbern gefunden hat, die bildliche Darstellung von Glasbläsern zu Beni Hassan, eine gläserne Urne, welche im Grabe des Königs Belus gefunden worden ist, ja gläserne Särge, die die Aegypter gehabt haben sollen, beweisen hinreichend neben allgemein historischen Gründen, daß dort schon um 1600 v. Chr. die Glasfabrikation ziemlich ausgebildet war, und nöthigen uns, Aegypten für den Ursitz der Glasfabrikation zu halten, wie es die Quelle der Wissenschaften war, die sich später nach dem Abendlande verbreiteten. Ein anderes Volk, von dem die Aegypter ihre Künste und Wissenschaften erhalten hätten, ist uns wenigstens bis jetzt nicht bekannt.

Wahrscheinlich ist das Glas nicht, um ein vorhandenes Bedürfniß der Menschen zu befriedigen, wirklich erfunden, sondern nur zufällig entdeckt worden, und dazu war nicht bloß bei den den Menschen schon im höchsten Alterthume bekannten Schmelzprozessen zur Gewinnung mancher Metalle, sondern auch bei den ursprünglich bloß pyrochemischen Arbeiten der Chemiker, sowie bei dem lange

Digitized by Google

ausgeübten Brennen von Thongegenständen, Veranlassung genug geboten. Die Schlacken und glasartigen Schmelzproducte, welche hierbei erhalten wurden, mögen hauptsächlich durch ihre äußere Aehnlichkeit mit gewissen geschätzten Mineralien, insbesondere den Edelsteinen, den Wunsch erregt haben, Aehnliches für sich allein und rein darzustellen. In der That sind ja auch die ältesten glasartigen Producte nichts Anderes, als Schmuck und Zierrath. Erst eine längere Bekanntschaft mit der Substanz des Glases und die allmälige Erkenntniß aller seiner Eigenschaften konnte die Menschen befähigen, es nach Belieben farblos und gefärbt zu erzeugen und ihm die verschiedenartigste Form zu geben. Erstaunenswerth bleibt immer die Erfindung des Blasens, die nur mit einem großen Aufwande von Scharfsinn ausgebildet werden konnte und, wie uns scheint, als Beweis dient, daß man in der Kunst des Formens mit Modeln noch nicht weit gekommen war, da sonst der Guß offenbar näher lag, als das Formen durch den Athem.

Praktisch bedeutend wurde die Kenntniß des Glases erst, als sich der Handelsgeist der Phönizier derselben zu seinen Zwecken bediente, und die Glashütten zu Sidon und Alexandrien mit ihren schön gearbeiteten, geschliffenen und geschnittenen, gefärbten, mit Email überfangenen und vergoldeten Fabrikaten die damals bekannte Welt versorgten.

Auf welchem Wege die Kenntniß des Glases zuerst nach dem Abendlande gelangt ist, erkennt man aus seinem Namen von augenscheinlich griechischer Abstammung. Denn das allerdings ungebräuchliche „glastum“ der Römer, welchem das deutsche und das englische Wort nachgebildet sind, stammt von dem griechischen γλαύσσω oder γλάσσω. Das griechische Wort bedeutet aber glänzen, wie auch im Deutschen Glas und Glanz gleichbedeutend waren, und zeigt, welche Eigenschaft des Glases in der ältesten Zeit am höchsten geschätzt wurde. Mögen aber auch die Griechen die erste, wohl noch unvollständige Bekanntschaft mit dem Glase vermittelt haben, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß die Römer in späterer Zeit auf directem Wege ihre Bekanntschaft mit demselben vervollständigt haben. Sicher ist, daß dieselben, nachdem sie sich längere Zeit von den Phöniziern einen Tribut in Glas hatten entrichten lassen, die Glasfabrikation nach Rom verpflanzten, wo bereits im Jahre 210 v. Chr. unter Alexander Severus die Anzahl der Fabriken sich dergestalt vermehrt hatte, daß man sie der Belästigungen wegen in ein besonderes Stadtviertel verweisen mußte.

Wie Sidon und Alexandrien, so lieferten auch die römischen Glashütten hauptsächlich Gegenstände des Luxus; sie ahmten werthvolle Naturproducte und für gewisse besondere Zwecke gebräuchliche Thonwaaren in Form und äußerem Ansehen nach. Die bekannte Portlandvase, sowie eine ähnliche im Museum zu Neapel befindliche sprechen dafür; denn bei der von den Thonwaaren entlehnten Form hat man ihnen das äußere Ansehen der Cameen gegeben.

Die Römer scheinen die Glasfabrikation den Galliern bekannt gemacht zu haben. Es ist wenigstens Grund zu der Annahme vorhanden, daß zu derselben Zeit, wie in Rom, auch in Frankreich Glas gemacht wurde, und daß es in England nicht viel später bekannt war. Zu irgend einer Bedeutung erhob sich aber die Glasfabrikation zu jener Zeit in keinem Lande. Zuerst, jedoch weit später, treten die Venetianer, Epoche machend, als Glasmacher hervor, und waren in der

Digitized by Google

Richtung der Kunstgläser vom Beginn des 13. Jahrhunderts an berühmt und unübertroffen. Auch heute noch nehmen die auf der Halbinsel Murano und in Venedig befindlichen Fabriken, welche mit künstlichen Edelsteinen und Perlen ihr Hauptgeschäft machen, nebenbei auch Spiegel- und Tafelglas fabriciren, eine achtungswerthe Stellung ein. Die Erzeugung des Aventuringlases scheint sogar ihr ausschließliches Geheimniß zu sein.

Daß von hier aus die Glasfabrikation sich in früherer Zeit nur schwierig weiter verbreiten konnte, ist nicht zu verwundern. Die venetianischen Glasfabrikanten hatten zwar bedeutende Vorrechte, aber bei Todesstrafe war ihnen verboten, Auskunft über ihre Fabrikation an Fremde und Nichtglasmacher überhaupt zu ertheilen. Das Auftreten der Glasfabrikation in Böhmen, wo dieselbe nächst Venedig zuerst Bedeutung gewann, fällt in die Zeit von Venedigs gänzlichem Verfall, nämlich in das 16. Jahrhundert. Am Ende des 18. Jahrhunderts waren in Böhmen schon 66 Glashütten im Betriebe. Jetzt beläuft sich die Zahl auf 112; doch ist diese Zahl keine feststehende, insofern einzelne Hütten eingehen, andere neu eröffnet werden. Im ganzen österreichischen Staate waren im Jahre 1856 215 Glashütten mit 311 Oefen und 1938 Hafen im Betriebe. Die Zahl der bei der Rohglasfabrikation beschäftigten Arbeiter betrug 5813; die Zahl der bei der Raffinirung thätigen 22,600, wovon allerdings $^1/_3$ Frauen und Mädchen. Das Gewicht des producirten Glases beträgt 560,220 Wiener Centner = 3,140,000 Kil. und der Handelswerth 7,132,900 östr. Gulden = 16,049,000 Francs.

Obgleich auch den böhmischen Glasmachern im Jahre 1752 das Auswandern streng verboten wurde, so ist dennoch Böhmen, nebst Venedig, als die Pflanzstätte zu betrachten, von welcher nicht bloß das übrige Deutschland, sondern für einzelne Zweige der Glasfabrikation selbst Frankreich und England, ja man kann sagen ganz Europa, mit Glasmachern versehen wurde. Sogar in Lima legten die Jesuitenpatres trotz des genannten Verbotes eine Glashütte mit Hülfe böhmischer Arbeiter an. — Welchen Werth man übrigens in früherer Zeit auf die Fabrikation des Glases legte, beweist unter Anderm, daß in Frankreich gegen Ende des 17. Jahrhunderts nur Edelleute das Recht hatten, dieselbe zu betreiben, nicht etwa im heutigen Sinne, sondern als wirkliche Arbeiter, als Glasbläser, „gentilhommes verriers".

Die eigentliche industrielle Epoche der Glasfabrikation beginnt indessen erst mit seiner allgemeinen Verwendung zu Fensterscheiben und Spiegeln, sowie Gegenständen des täglichen Gebrauches überhaupt, Flaschen, Gläsern und dergleichen. Der Gebrauch des Tafelglases hatte sich ursprünglich auch nur auf einen Luxus, nämlich die Verzierung der Wände, beschränkt, doch scheinen die Römer sich dessen schon ausnahmsweise für die Fenster bedient zu haben. Später vom sechsten Jahrhundert an sind Glasfenster für die Kirchen hie und da in Anwendung gekommen, aber noch im 16. und 17. Jahrhundert waren dieselben so kostbar, daß sie nur an fürstlichen Palästen zu sehen waren, und der Herzog von Northumberland noch um das Jahr 1573 z. B., wenn er von seinem Schlosse Alnwick Castle verreiste, seiner Dienerschaft befahl, die Fenster herauszunehmen, weil sonst durch den Einfluß des Wetters zu viel Schaden angerichtet werden könnte. — Uebrigens

Digitized by Google

scheint es, als ob der Gebrauch des Diamanten zum Glasschneiden, welcher im 16. Jahrhundert aufkam, der allgemeineren Verbreitung der Glasfenster förderlich gewesen sei.

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit, deren genaue Erkenntniß erst der neueren Zeit angehört, sind in der Geschichte des Glases drei Hauptperioden bemerkbar. In der ersten Periode wurde mit den Rohmaterialien, welche man zur Hand hatte, vorzugsweise ein Natronglas erzeugt, doch kannte man für gewisse Zwecke auch ein Bleiglas; Kalk scheint nur zufällig mit den übrigen Bestandtheilen in die Glasmasse gekommen zu sein. Die zweite Periode beginnt mit der Glasfabrikation in Böhmen und ist durch die Erzeugung des Kaliglases charakterisirt. In der dritten Periode, die sich durch billige und massenhafte Production auszeichnet, wird zuerst in Frankreich wieder Natronglas und in England Bleiglas Grundlage der Fabrikation. In der Fabrikation des Bleikrystalles nimmt auch heute noch England den ersten Rang ein, Frankreich excellirt in großen Spiegeln und hat darin einen thätigen Concurrenten an Belgien. In England wurden nach M'Culloch im Jahre 1844 mit (inclusive der beim Raffiniren beschäftigten) 40,000 Arbeitern 723,547 Ctr. = 3,670,000 Kil. Glas, im Werthe von 2 Mill. L. Sterl. = 50 Mill. Frcs. producirt. Der Werth der französischen Glasproduction wird von Jonné (1856) zu 36 Mill. Frcs. angeschlagen, und nicht viel geringer kann der der belgischen sein, da schon im Jahre 1846 für $12\frac{1}{2}$ Mill. Frcs. Glaswaaren aus Belgien ausgeführt wurden. Böhmen hat noch das Privilegium der geblasenen Spiegel und des Kalikrystalles, der aber, wie uns scheint, über kurz oder lang dem Bleikrystall das Feld wird räumen müssen. Im Zollvereine, wo sich besonders die Gegend von Saarbrücken und an der Ruhr durch ihre Glasindustrie auszeichnet, befanden sich im Jahre 1848 188 Glashütten, davon in Preußen allein 111. Die Zahl der bei der Rohglasfabrikation beschäftigten Arbeiter betrug 6564. Beim Raffiniren des Glases waren deren 2790 beschäftigt. In allen diesen Ländern hat sich aber seit 10 bis 15 Jahren diese Industrie auf eine erstaunenswerthe Weise gehoben. — Von glasproducirenden Ländern sind nächstdem zu erwähnen Amerika, welches etwa 200, und Rußland, welches 150 Glasfabriken besitzt. Indien und China erzeugen nur wenig und schlechtes Glas, daher findet ein bedeutender Export von Europa aus nach diesen Ländern statt. Ueberhaupt ist es, wie uns scheint, von besonderer Bedeutung für Alle, welche Glashütten zu errichten beabsichtigen, daß im Durchschnitt allenthalben die Hälfte der Production auf den Export kommt.

Bei der speciellen Betrachtung der Glasfabrikation wird sich Gelegenheit finden, noch mehrere geschichtliche Notizen über einzelne Gegenstände der Fabrikation, sowie über den technischen Betrieb beizubringen. Wir begnügen uns daher hier mit diesem allgemeinen Ueberblick und wenden uns zunächst zur Besprechung

Digitized by Google

der physikalischen Eigenschaften des Glases.

Das Glas besitzt einen hohen Grad von Durchsichtigkeit, einen starken und 2
eigenthümlichen Glanz, eine stahlartige Härte und große Elasticität. Es ist ferner der Regel nach farblos, kann aber mit sehr wirkungsreichen Farben gefärbt werden, wodurch es indessen unter allen Umständen an Durchsichtigkeit einbüßt. Bis zur Rothgluth erhitzt, wird es zuerst teigartig weich und nimmt später einen dickflüssigen Zustand an, der in der Weißgluth in den dünnflüssigen übergeht.

Weitaus die wichtigsten seiner Eigenschaften sind seine Durchsichtigkeit und sein teigartiges Erweichen in der Rothglühhitze. Nur im letztern Zustande ist es im höchsten Grade dehnbar und zähe; er ist also die unerläßliche Bedingung seiner Formbarkeit, während die Durchsichtigkeit sein charakteristisches Merkmal und unentbehrlich für seine wichtigsten Anwendungen ist. Mit der Durchsichtigkeit geht der Charakter des Glases verloren; sie zu erhalten, und zwar dauernd zu erhalten, ist der Regel nach eine der wichtigsten Aufgaben der Glasfabrikation (obgleich für gewisse Zwecke trübe und selbst undurchsichtige Gläser geradezu dargestellt werden). Die Ursachen, durch welche sie verloren gehen kann, sind theils physikalische, theils chemische.

Man muß zwar annehmen, daß es im strengsten Sinne des Wortes (absolut) undurchsichtige Körper nicht giebt, es besteht jedoch ein Unterschied insofern, als die Moleküle mancher Körper, wenn sie in dickeren Schichten zusammengehäuft sind, das Licht nicht mehr durch sich hindurchlassen, während unter gleichen Umständen die Moleküle anderer dem Lichte noch den Durchgang gestatten. Die Körper mit solchen Molekülen sind die durchsichtigen im gewöhnlichen Sinne. Diese stimmen alle darin mit einander überein, daß sie einen hohen Grad von Homogenität besitzen; man denke nur an Luft und Wasser. Die Homogenität ist aber abhängig von dem gleichartigen Gestaltungszustande der Massen, daher lassen sich die durchsichtigen Körper in zwei Abtheilungen bringen, in amorphe und krystallisirte. Zu den Ersteren gehört nun außer vielen anderen das Glas [1]); als Beispiel für die Letzteren kann ebenfalls unter vielen anderen der Kalkspath und der Gyps (als Marienglas z. B.) dienen. Sobald jedoch der Gestaltungszustand ein unvollkommener oder gemischter ist, geht die Durchsichtigkeit verloren, wenn die verschieden gestalteten Theile, oder die gleichgestalteten aber unvollkommen ausgebildeten Theile nicht in ununterbrochenem Zusammenhange mit einander stehen. Marmor und Fasergyps von verworren krystallinischer Textur sind in Massen nicht mehr durchsichtig; die arsenige Säure, welche im amorphen Zu-

[1]) Was gegen die Homogenität des Glases aus seinem von Leydolt zuerst beobachteten Verhalten gegen Säuren, oder aus seinem Verhalten gegen polarisirtes Licht eingewendet werden kann, kommt hier nicht in Betracht. Auch Luft und Wasser würden im strengsten wissenschaftlichen Sinne nicht mehr als vollkommen homogen betrachtet werden dürfen. Uns genügt es, daß mit gewöhnlichen Sinnen ein heterogener Zustand nicht an dem Glase wahrgenommen werden kann.

Digitized by Google

stande ganz dem Glase ähnlich ist, hört auf durchsichtig zu sein, wenn sie in den krystallinischen Zustand übergeht. Dasselbe gilt vom Glase, es wird undurchsichtig, oder doch weniger durchsichtig, sobald es krystallinisch, sobald überhaupt die Continuität der Substanz irgendwie aufgehoben und die Lichtbrechung seiner Theile eine verschiedene wird, was schon dadurch erfolgen kann, daß seine Oberfläche durch mechanische oder chemische Einflüsse eine Veränderung erfährt, wodurch einzelne Theile außer Zusammenhang mit den übrigen kommen.

Das Krystallinischwerden des Glases erfolgt, wie 1727 Réaumur zuerst beobachtet hat, wenn es längere Zeit einer Temperatur ausgesetzt ist, bei welcher es erweicht, oder wenn es sehr lange im geschmolzenen Zustande erhalten wird. Der Vorgang ist bekannt unter dem Namen der Entglasung oder Devitrification, und die Erfahrung hat gelehrt, daß das Glas, je nach seiner chemischen Zusammensetzung schwieriger oder leichter entglast werden kann. Es findet sich später bei jeder Glasart dieses Verhalten besonders erwähnt, hier mag daher im Allgemeinen nur angeführt werden, daß nach Pelouze's Versuchen $4^1/_2$fach kieselsaures Natron (Kieselerde $= Si\,O_2$) am leichtesten und borkieselsaures Kalk-Kaliglas am schwierigsten der Entglasung unterliegen. Die praktische Erfahrung hat ferner gelehrt, daß ein bleifreies Glas um so mehr zur Entglasung geneigt ist, je mehr Kalk oder Thonerde es enthält, und daß bleihaltiges Glas weniger leicht entglast, als bleifreies.

Die Entglasung, eine Trübung des Glases in seiner Masse, ist übrigens nicht ausschließlich die Folge einer theilweisen Krystallisation der Glasmasse, sie kann auch, nach Splitgerber's Beobachtungen, durch eine unkrystallinische Ausscheidung gebildet sein. Dumas, welcher in früherer Zeit Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt hat, führt Analysen von dem entglasten und nicht entglasten Theile verschiedener Gläser an, aus denen eine chemische Verschiedenheit dieser Theile unzweifelhaft sich ergiebt. Dagegen hat später Pelouze auf Grund von Analysen, deren Detail uns nicht bekannt geworden ist, behauptet, daß der entglaste und nicht entglaste Theil des Glases gleich zusammengesetzt sei. Die Ansicht von Dumas hat jedenfalls die größere Wahrscheinlichkeit für sich und wird unterstützt durch die Untersuchungen von Splitgerber[1]) und von Geuther[2]). Uebrigens ist das entglaste Glas, wie es scheint, der Regel nach, obgleich nicht immer, weniger dicht und schwerer schmelzbar, auch wird es von chemischen Agentien leichter angegriffen.

Eine Veränderung der Oberfläche, d. h. eine Trübung der äußersten Schicht, tritt ein, wenn das Glas zu weich ist, daher durch Reibung leicht matt wird, oder eine zu geringe Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphärilien besitzt, in Folge deren es an der Oberfläche eine chemische Zersetzung erleidet. Diese Beschaffenheit des Glases ist von seiner chemischen Zusammensetzung abhängig. Bleiglas z. B. ist so weich, daß es zu Spiegeln und Fensterscheiben nicht verwendet werden kann; kalkreiches Glas unterliegt einer Veränderung durch den Einfluß der atmosphärischen Kohlensäure. Ein eigenthümliches Trübwerden des Glases haben Splitgerber, sowie Vogel und Reischauer an manchen

[1]) Pol. Centralbl. 1849, S. 819. [2]) A. a. O. 1856, S. 932.

Digitized by Google

Gläsern beim schwachen Erwärmen beobachtet. Die Letzteren glauben aus ihren Untersuchungen [1]) schließen zu müssen, daß dieses Verhalten nur kalireichen [2]) und kalkarmen Gläsern zukomme, welche so hygroskopisch sind, daß sie bis gegen 12 Proc. Feuchtigkeit aus der Luft aufgenommen hatten. Um den Fabrikanten vor der Erzeugung eines solchen Glases zu bewahren, geben wir die Analysen der drei von Vogel und Reischauer untersuchten Glassorten:

	1.	2.	3.
Kieselerde	65,16	64,04	66,47
Kali	22,31	20,64	18,79
Natron	2,47	4,94	5,61
Kalk	4,69	7,80	5,60
Thonerde } Eisenoxyd }	3,39	1,69	3,10

Nr. 1 war Spiegelglas, Nr. 2 und 3 Fensterglas. Wir glauben nicht, daß man absichtlich ein kalkarmes Glas bereiten wollte, sondern, ohne es zu wissen, schlechten Kalk verwendete. Dies scheint wenigstens aus dem Thonerdegehalt geschlossen werden zu dürfen und zeigt, wie nothwendig es ist, auf die chemische Zusammensetzung des Kalks zu achten.

Das Glas ist ein schlechter Wärmeleiter und damit im Zusammenhange steht die wohl bekannte lästige Eigenschaft gläserner Gegenstände, bei plötzlichen, nur einigermaßen bedeutenderen Temperaturerhöhungen, sowie durch Anstoßen, ja sogar bisweilen ohne eine erkennbare Veranlassung, zu zerspringen. Um sich dieses Verhalten klar zu machen, denke man sich, daß jeder Glasgegenstand bei Rothglühhitze geformt werden muß, und die äußerste Glasschicht schon während des Formens eine Abkühlung und Zusammenziehung erleidet. Die inneren Theile aber können ihre Wärme nach außen nur viel langsamer abgeben und sind daher noch in der Abkühlung und Zusammenziehung begriffen, während die äußere Schicht schon vollkommen erstarrt ist. Die erstarrten äußeren Theile müssen daher nothwendig der Zusammenziehung der inneren einen Widerstand entgegensetzen, und die Vollendung derselben bei einigermaßen dickeren Glasschichten geradezu verhindern. Die Folge hiervon ist ein Spannungszustand, der darin besteht, daß die inneren Theile die äußeren übermäßig contrahiren und letztere die ersteren weiter auseinander halten, als ihrem natürlichen Bestreben zur Contraction entspricht. Wird nun durch irgend eine Veranlassung die äußere Schicht plötzlich gesprengt, so müssen auch die inneren in plötzliche Bewegung gerathen und verlieren dabei ihren Zusammenhang. Es ist übrigens leicht einzusehen, daß bei sehr dünnen Glasschichten eine solche Spannung entweder gar nicht, oder doch nur in sehr geringem Grade stattfindet, sowie bei sehr dicken Schichten die inneren Theile den Widerstand der äußeren überwinden und sich daher trotz desselben vollständig zu-

[1]) Pol. Centralbl. 1859, S. 1286.

[2]) Nach Mittheilungen, welche wir von Glasfabrikanten erhalten haben, die nur Natronglas fabriciren, scheint übrigens ein solches Verhalten auch beim Natronglas nicht ausgeschlossen zu sein.

Digitized by Google

sammenziehen. Daher springen sehr dünne und sehr dicke Glasgegenstände weniger leicht.

Die Thatsache, daß Glasgefäße, in denen die Lösung ätzender Alkalien aufbewahrt wird, häufig nach einiger Zeit zerspringen, erklärt sich aus dem Angeführten, indem die von dem ätzenden Alkali berührte äußere Schicht durch eine chemische Zerlegung ihren Zusammenhang verliert.

Es ist einleuchtend, daß man dem Glase die oben berührte lästige Eigenschaft mehr oder weniger vollständig benehmen kann, wenn man die Glasgegenstände vorsichtig so weit wieder erhitzt, bis alle Theile in demselben Zustande der Ausdehnung sich befinden, und sie dann so langsam erkalten läßt, daß die inneren Theile in derselben Zeit, wie die äußeren, ihre Wärme abgeben, also beide auch sich gleichmäßig contrahiren. Darauf beruht das Einlegen von Lampencylindern in eine Kochsalzlösung, die man zum Kochen erhitzt und dann mit dem Cylinder abkühlen läßt. Es ergiebt sich daraus aber auch die Nothwendigkeit guter Kühlvorrichtungen (Kühlöfen) in den Glasfabriken selbst.

Das specif. Gewicht des Glases ist, je nach seiner Zusammensetzung, verschieden und streng genommen von praktischem Interesse nur dann, wenn es zu optischen Zwecken verwendet werden soll, wo eine möglichst große Dichtigkeit verlangt wird. Das gewöhnliche Spiegelglas hat in der Regel 2,3 specif. Gewicht, während Kronglas 2,5 bis 2,6 hat. Das specif. Gewicht des Glases von Champagnerflaschen wurde zu 2,66 gefunden. Das specif. Gewicht von Flintglas zu optischen Zwecken ist gewöhnlich 3,5 bis 3,6.

Chemische Beschaffenheit und chemische Eintheilung des Glases[1]).

3 Chemisch betrachtet ist Glas im engeren Sinne (im weiteren Sinne werden mit diesem Namen viele glasähnliche Körper bezeichnet, mit denen wir hier nichts zu thun haben) ein durch Schmelzung erzeugtes Silicat, welches entweder nur eine oder mehrere Basen enthält, und wenn mehrere Basen darin vorhanden sind, so gehören sie derselben oder verschiedenen Körpergruppen an. In jedem Falle ist aber eine Base aus der Alkaligruppe vorhanden. Es lassen sich hiernach die verschiedenen bekannten Gläser in chemischer Beziehung nach Klassen, Gattungen und Arten eintheilen wie folgt.

Erste Klasse.

Glas mit einer oder zwei Basen, die derselben Gruppe angehören.

4 **Wasserglas, lösliches Glas** (verre soluble). Ein solches erzeugt man durch Zusammenschmelzen von Kieselerde mit Potasche, oder Soda, oder

[1]) Analysen, welche dazu dienen können, ein Bild von der Zusammensetzung der in diesem Abschnitte aufgeführten Glasgattungen zu gewähren, finden sich am Ende des Abschnittes tabellarisch zusammengestellt.

Digitized by Google

einem Gemenge von beiden. Die wichtigste Eigenschaft dieses Glases ist, daß es in Wasser gelöst werden kann. Bei einem sehr großen Gehalte an Kieselerde löst es sich zwar nur beim Kochen mit Wasser und auch dann nur langsam auf, bei einem größeren Gehalte an Alkali aber wird es sogar an der Luft feucht. Um dieser Eigenschaft willen ist es von seinem Erfinder Fuchs »Wasserglas«. genannt und je nach den darin enthaltenen Basen als »Kaliwasserglas«, »Natronwasserglas« und »Doppelwasserglas« (mit Kali und Natron) bezeichnet worden. Als Glas kann es selbstverständlich im gewöhnlichen Sinne nicht benutzt werden. Seine vielfachen anderweitigen Verwendungen sind aber so allgemein bekannt, daß es überflüssig sein würde, hier auf dieselben näher einzugehen, und seine Darstellung ist so einfach, daß es genügen wird, die Vorschriften anzuführen, welche Fuchs dafür gegeben hat.

Kaliwasserglas.

45 Pfund Quarz,
30 » Potasche,
3 » Holzkohlenpulver.

Natronwasserglas.

45 Pfund Quarz,
23 » wasserfreies kohlens. Natron,
3 » Holzkohlenpulver;

oder:

100 Pfund Quarz,
60 » wasserfreies Glaubersalz,
15 bis 20 Pfund Holzkohlenpulver.

Doppelwasserglas.

100 Pfund Quarz,
28 » gereinigte Potasche,
22 » wasserfreies kohlens. Natron,
6 » Holzkohlenpulver.

Die angegebenen Gemenge werden 5 bis 6 Stunden lang geschmolzen, bis die Schmelze ruhig fließt, worauf letztere ausgeschöpft wird. Nach dem Erkalten wird das Glas gepulvert, in einen eisernen Kessel, in welchem sich das fünf- bis sechsfache Gewicht des Glases an Wasser im Kochen befindet, portionenweise eingetragen und endlich so lange (3 bis 4 Stunden) unter zeitweiligem Ersatze des verdampften Wassers gekocht, bis Alles gelöst ist und auf der Oberfläche eine fadenziehende Haut sich zeigt. Gewöhnlich bleibt eine schlammige Masse ungelöst, welche man sich absetzen läßt, um eine klare Lösung des Wasserglases zu erhalten.

Von den gewöhnlichen Glasarten besitzt das Kaliwasserglas die geringste Tendenz zum Krystallisiren, wird also am schwersten entglast. Ihm am nächsten

Digitized by Google

ſteht das Natronwaſſerglas [1]). Ueber das Doppelwaſſerglas liegen bis jetzt keine Erfahrungen vor, doch iſt aus theoretiſchen Gründen vorauszuſehen, daß dieſes leichter müſſe entglaſt werden, als die beiden anderen Varietäten.

Zweite Klaſſe.

Glas mit mehreren Baſen, die verſchiedenen Gruppen angehören.

Erſte Gattung. **Kalkglas.** In dieſer Glasgattung kommt Kali oder Natron, oder ein Gemenge von beiden neben Kalk vor. Es iſt das eigentliche und urſprüngliche Glas, welches ſchon in Sidon und Alexandrien dargeſtellt wurde und bei richtigen Verhältniſſen ſeiner Beſtandtheile alle Eigenſchaften beſitzt, die von dem Glaſe verlangt werden.

Bei einem hinreichenden Grad von Härte widerſteht es nicht nur der Einwirkung des Waſſers, ſondern ſelbſt von Säuren und Alkalien in hohem Grade. Dieſe für die Anwendung ſo unerläßliche Widerſtandsfähigkeit verdankt es ſeinem Gehalte an Kalk, deſſen wichtige Rolle und Unentbehrlichkeit man übrigens in älterer Zeit gar nicht geahnt zu haben ſcheint. Antonio Neri z. B. ſchreibt in ſeinen ſieben Büchern über die Glasmacherkunſt zur „Fritta Crystalli“ nur Soda («Salz aus dem Pülverlein Rochetta oder der Soda hispanica») und gepulverten Tarſus («einen Kieſelſtein, welcher in dem Fluſſe Ticino häufig gefunden wird») vor, und Kunkel ſagt in ſeinen Anmerkungen dazu: »Was die Soda hispanica, derer ich viel Centner verbraucht, anbetrifft, ſo kann gar wohl, wenn ſie ganz klein geſtoßen, an und vor ſich ſelbſten ein gutes Glas daraus gemacht werden, wenn ihr nur nach gewiſſer Art und Proportion ein feiner Sand zugeſetzet wird«. Wie aus einer anderen Stelle hervorgeht, hält er den Kalk geradezu für nachtheilig; denn er ſagt unter Anderem: »Das Glas, da Kalch zum Satz gekommen, kriegt auch vor andern Riſſe und dauert nicht lange.« Dennoch aber giebt er eine Vorſchrift, nach welcher zu einem »beſtändigen Kryſtallglas« 150 Pfund Sand, 100 Pfund gereinigte Potaſche und 20 Pfund Kreide genommen werden ſollen. — Wenn nichtsdeſtoweniger in jenen Zeiten ein brauchbares Glas ohne directem Zuſatz von Kalk gemacht worden iſt, ſo iſt der Kalk zufällig mit dem Alkali oder mit dem Sande in die Maſſe hineingekommen. Darauf mag es beruhen, daß man nur gewiſſe Rohmaterialien als zur Glasfabrikation tauglich anſah. Hat man doch noch, wie Dumas berichtet, im Jahre 1780 in der Champagne böhmiſches Glas aus 100 Pfund Kieſel und 100 Pfund Potaſche zu machen verſucht und nur dann erſt ſich überzeugt, daß auf dieſe Art kein wirkliches Glas erhalten werden könne, als daſſelbe an der Luft feucht wurde und zum Theil zerfloß.

Unſeres Wiſſens iſt Dumas der Erſte geweſen, welcher darauf aufmerkſam gemacht hat, daß die Gegenwart des Kalkes im Glaſe unerläßlich ſei. Der

[1]) Wie es ſcheint, iſt dies veränderlich mit der Zuſammenſetzung; denn Pelouze behauptet (Crdm. Journ. LXVII, S. 31), daß das $4\frac{1}{2}$fach kieſelſaure Natron unter allen Silicaten am leichteſten entglaſt werde.

Digitized by Google

Dumas'sche Satz läßt sich aber noch mehr verallgemeinern und so ausdrücken, daß ein beständiges Glas überhaupt nur erhalten werden könne durch Herstellung eines Silicates mit wenigstens zwei Metalloxyden, welche verschiedenen Gruppen angehören, von denen aber das eine ein Alkali sein muß.

Die Wirkung des Kalkes ist übrigens am günstigsten nur dann, wenn seine Menge nicht zu groß ist; wenn dieselbe im richtigen Verhältnisse einerseits zur alkalischen Basis, anderseits zur Kieselerde steht. Leider wissen wir trotz der Untersuchungen von Dumas nicht, welches dieses richtige Verhältniß ist, und wo die Grenzen des Kalkzusatzes nach oben und nach unten zu liegen. Aus den von ihm mitgetheilten Analysen läßt sich nur schließen, daß in den besten Gläsern Kalk und Alkali zu gleichen Atomen im Maximum, d. h. nahezu 1 Gewichtstheil Kalk auf 2 Gewichtstheile Kali (oder $1^1/_3$ Gewichtstheil Natron) und im Minimum 1 Atom Kalk und 4 Atome Alkali, d. i. auf 1 Gewichtstheil Kalk $4^1/_2$ Gewichtstheile Natron (oder 7 Gewichtstheile Kali) vorhanden ist. Das Verhältniß des Kalkes zur Kieselerde scheint in der Praxis 1 Gewichtstheil Kalk auf 5 im Minimum und auf 22 Gewichtstheile Kieselerde im Maximum zu sein. Diese Verhältnisse liegen so weit auseinander, daß unmöglich eine Regel daraus abgeleitet werden kann, es ist daher nothwendig, über diese Punkte genauere Aufschlüsse zu erhalten und wünschenswerth, daß entsprechende Versuche angestellt werden.

Ein zu großes Verhältniß von Kalk hat mehrere Nachtheile zur Folge und zwar ganz besonders geringere Festigkeit, Blindwerden an der Luft (d. h. Trübung der äußern Schicht), indem die Kohlensäure derselben, sich des Kalkes bemächtigend, ein solches Glas zersetzt und Kieselerde frei macht; sodann große Neigung zur Entglasung in der Hitze, so daß größere Gegenstände, die öfters angewärmt werden müssen, sich nur schwer aus einem solchen Glase herstellen lassen. Dagegen trägt der Kalk im richtigen Verhältniß zur Erhöhung des Glanzes bei und es ist durch Vermehrung der Kalkmenge innerhalb gewisser Grenzen möglich, dem Glase verschiedene Grade von Härte zu ertheilen, ohne seine guten Eigenschaften wesentlich zu beeinträchtigen. Kalk macht endlich das Glas schwerschmelzbar.

Vom Kalkglase werden mehrere Arten und Varietäten fabricirt. Die älteste Art ist, wie schon angeführt:

Das Natron- (Kalk-) Glas, denn an den Küsten des Meeres, wo zuerst die Glasfabrikation betrieben wurde, hatte man selbstverständlich nur die natürliche d. h. eine aus der Asche von Natronpflanzen erhaltene Soda zur Verfügung. Altes römisches Glas aus einem Grabmale bei Puzzuoli, bestehend aus einer Aschenurne, Thränenurne und einer Glasplatte, zeigte nach Professor Schüler's Mittheilung im amtlichen Berichte über die Londoner Industrieausstellung vom Jahre 1851 folgende Zusammensetzung:

Digitized by Google

	Aschenurne.	Thränenurne.	Platte. [1])
Kieselerde . . .	70,58	71,45	71,95
Thonerde . . .	1,80	2,25	Spur
Eisenoxydul . . .	0,53	1,02	3,45
Manganoxydul . .	0,48	0,17	0,57
Kalk	8,00	8,14	1,33
Magnesia	Spur	Spur	0,60
Natron	18,86	16,62	15,30

Die Zusammensetzung der Glasplatte ist zwar durch den geringen Kalkgehalt (wenn die Zahl nicht auf einem Irrthume beruht) verschieden von der des modernen Glases, doch nähert sie sich der manchen Spiegelglases, und aus der Zusammensetzung der beiden übrigen Gläser ist ersichtlich, daß die römischen Glasmacher schon eine sehr gute Mischung verarbeiteten. — Eine zeitlang durch das Kaliglas verdrängt wurde das Natronglas zuerst in Frankreich wieder fabricirt, wo der Mangel an billiger Potasche zur Anwendung der Soda drängte. Aus diesem Grunde wird es häufig schlechtweg französisches Glas genannt.

Die zweite Art ist das Kali- (Kalk-) Glas, welches zuerst die böhmischen Glashütten nicht etwa mit besonderer Absicht, sondern nur darum machten, weil man den Unterschied zwischen Kali und Natron in jener Zeit gar nicht kannte und nur kalihaltige Pflanzenaschen zur Verfügung hatte. Aus diesem Grunde führt es allgemein die Bezeichnung böhmisches Glas und keine andere Glasart hat ihm bis jetzt in jeder Beziehung den Rang streitig zu machen vermocht; es wird ohne Widerspruch für die vorzüglichste anerkannt.

Bei guter Zusammensetzung besitzt es die größte Härte, verbunden mit einem sehr lebhaften Glanze und verhältnißmäßig großer Festigkeit, ist am schwersten schmelzbar und kann mit reinen Materialien von einem solchen Grade der Farblosigkeit erhalten werden, daß es mit dem reinsten Bergkrystall wetteifert. Die beste Sorte wird daher auch böhmischer Krystall genannt. Dumas meint zwar, der Name Krystall solle eigentlich nur dem später anzuführenden Bleiglase beigelegt werden und es sei nicht in der Ordnung, daß man auch andere Glasarten so benenne. Der Ausdruck bezeichnet aber nur den höchsten Grad der Reinheit, mithin diejenige Qualität einer Glasart, welche in äußerem Ansehen dem Bergkrystall gleichkommt, und gebührt deshalb dem Kalikrystall mindestens eben so gut wie dem Bleikrystall.

Außer dem Krystall, welcher technisch auch als »Schleifglas« bezeichnet wird, werden aus Kaliglas noch ordinäres weißes (»Kreideglas«) und halbweißes Glas mit weniger reinen Materialien erzeugt.

Hierher gehört auch das ursprüngliche Kronglas (Crownglass) der Engländer, welches, in seiner Zusammensetzung mit dem böhmischen Krystall- oder Kreideglas übereinstimmend, ein Tafelglas ist, was auf eine eigenthümliche Weise geformt wird. Es wird jedoch außerdem als optisches Glas zur Herstellung achromatischer Linsen benutzt. Hierbei kommt es darauf an, es möglichst dicht zu haben, und da Bontems gefunden hat, daß es mit Natron dichter erhalten werden kann,

[1]) Wir geben die Zahlenangaben in dieser Analyse, wie sie im Originale stehen, obgleich ihre Summe nicht unbedeutend von 100 abweicht.

Digitized by Google

als mit Kali, so wird es häufig mit Natronbasis dargestellt. Um ein noch dichteres Kronglas zu erzeugen, haben Clemandot und Maës in Clichy bei Paris ein solches unter Zusatz von Zink erzeugt, welches nach einer Analyse von Ludwig folgende Zusammensetzung hatte:

Kieselerde	56,613
Zinkoxyd	13,495
Bleioxyd	4,108
Kalk	0,700
Arsenik	Spur
Alkalien, Borsäure und Verlust	24,684
Eisenoxyd, Spuren von Mangan und Thonerde	0,400

Ferner ist hier zu nennen das in Oesterreich so genannte, »Solinglas,« welches an Kali sehr reich ist, und zu Tafeln, Uhrgläsern, Thermometern und Barometern, chemischen Apparaten u. s. w. verwendet wird.

Endlich ist als eine Varietät des Kalikalkglases das sogenannte Alabasterglas (»unpassend Achatglas« oder »Reißglas«) zu betrachten. Dieses Glas, von einer höchst angenehmen, körnigen, der des Alabasters ähnlichen Trübung, unterscheidet sich nämlich von dem Kalikrystall nur durch einen sehr geringen Kalk- und großen Kieselerdegehalt, wovon ein Theil höchst wahrscheinlich nicht in chemischer Verbindung, sondern nur mechanisch beigemengt vorhanden und die Ursache der eigenthümlichen Trübung zu sein scheint [1]).

Von dem Kaliglas unterscheidet sich das Natronglas durch leichtere Schmelzbarkeit, geringere Härte (soll aber dichter sein) und größere Neigung zur Entglasung, sowie ganz besonders dadurch, daß es nie von dem hohen Grade der Farblosigkeit erhalten werden kann, um Krystall daraus zu erzeugen. Man hat daher nur zwei Sorten von Natronglas, weißes (Kreideglas) und halbweißes oder halbgrünes (grünes) Glas.

Zur Bezeichnung des nächst dem Krystall reinsten Glases, es möge Kali- oder Natronglas sein, bedient man sich gewöhnlich der Benennung »Kreideglas,« aus dem Grunde, weil man früher zur Darstellung dieser besseren Qualität anstatt des gewöhnlichen Kalkes Kreide benutzte.

An der Stelle des Kalkes hat zuerst der verstorbene Döbereiner in den vorgenannten Glasgattungen Strontian (»Cölestinglas«) und Baryt angewendet. Auch später ist man in England darauf wieder zurückgekommen; eine allgemeine Anwendung können aber diese Materialien wohl nie finden, weil sie nicht, wie der Kalk, aller Orten vorkommen.

Als Varietäten der genannten Glasarten sind manche weiße Glassorten zu betrachten, welche ein Gemenge von Kali und Natron enthalten. Ganz besonders aber das Bouteillenglas (Grünglas, verre à bouteilles, bottle-glass).

Dieses wird, weil es bei seiner Darstellung in erster Stelle darauf ankommt,

[1]) In manchen Fabriken setzt man diesem Glase allerdings größere Mengen Knochenasche zu; das Glas erhält aber dadurch eine opalisirende Trübung, welche auf das Auge keine angenehme Wirkung macht und sich von der des Alabasters deutlich unterscheidet.

Digitized by Google

ein billiges Product zu liefern, aus unreinen Materialien, die gewöhnlich eisenhaltig sind, dargestellt und erhält seine Färbung dadurch, daß sich ein Eisenoxydoloxyd von grüner Farbe beim Schmelzen der Sätze erzeugt. Interessant ist die Beobachtung von Faraday, daß ein solches Glas, längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt, bleicht. Da Faraday ebenfalls beobachtet hat, daß ein farbloses Glas, welches Braunstein enthält, am Lichte sich violett färbt, so scheint eine Oxydation in beiden Fällen die Ursache der Veränderung zu sein.

Die alkalische Basis in dem Grünglase ist gewöhnlich Natron; das darin nachgewiesene Kali kommt theils mit dem Glaubersalze zufällig hinein, oder es stammt aus dem Basalt oder ähnlichen Zusätzen. Besonders reich ist dieses Glas an Kalk und Eisen, neben diesen enthält es aber auch noch häufig etwas Magnesia und immer Thonerde in größerer Menge als alle übrigen Glasarten, die gewöhnlich nur durch die Substanz der Schmelzgefäße einen geringen Thonerdegehalt erhalten.

Der Thonerdegehalt wird als die Ursache seiner Schwerschmelzbarkeit, seiner großen Härte, seiner Sprödigkeit, sowie seiner großen Neigung zur Entglasung angesehen.

Die vorgenannten Gläser werden von den Engländern ganz ungeeignet »einfache Gläser« genannt, während sie die folgenden »zusammengesetzte« nennen.

6 Zweite Gattung. **Blei-** (Kali-) **Glas,** von dem es mehrere Varietäten giebt, nämlich: das eigentliche Bleiglas, Bleikrystall oder englischer Krystall, (cristal, flintglass), das Flintglas[1]) (optisches Glas) und den Straß (strass), (Glas zur Nachahmung der Edelsteine).

Das Bleiglas kannte schon Neri, obgleich er davon sagt, daß es in der Glasmacherkunst Wenigen bekannt sei; ja, es ist sogar unzweifelhaft schon den Alten bekannt gewesen, wie später aus Analysen von antikem rothem Glase hervorgehen wird. Seine große Bedeutung in der Glasfabrikation hat es erst seit der Zeit erlangt, wo es in England wiedererfunden und als Hauptfabrikat neben dem Kronglas dargestellt wurde. Daher auch sein Name »englisches Glas«, »englischer Krystall« oder schlechtweg »Krystall«. Sowie man in Frankreich aus Mangel an billiger Potasche sich zuerst genöthigt sah, das Natronglas zu fabriciren, so wurde man in England aus Mangel an Holz auf die Darstellung des Bleiglases geführt. Wollte man nämlich mit Steinkohlen, die zuerst im Jahre 1635 von Robert Mansell zum Glasschmelzen angewendet wurden, ein dem böhmischen Krystall an Schönheit gleichkommendes Glas herstellen, so konnte dies nicht in offenen Häfen geschehen, in denen die Glasmasse stets durch den Rauch sich färbte. In bedeckten Häfen aber, die man, um diesem Uebelstande abzuhelfen, anwendete, schmolz der Glassatz nicht mehr; denn es trägt, was man zu jener Zeit nicht beachtet zu haben scheint, die vom Gewölbe des Ofens reflectirte Hitze wesentlich zum Schmelzen des Satzes bei. Um daher in bedeckten Häfen schmelzen zu kön-

---

[1]) Die Engländer nennen alles Bleiglas »Flintglas«, weil es ursprünglich mit Feuerstein (flint) dargestellt wurde. Was wir Flintglas nennen, unterscheiden sie als optisches Glas.

Digitized by Google

nen, bedurfte man eines leichtschmelzbaren Satzes und diesen erhielt man endlich durch Anwendung des Bleioxyds an der Stelle des Kalkes.

Obgleich man eben so gut mit Natron als mit Kali Bleiglas erhalten kann, so scheint es doch nur mit Kali möglich, das Glas vom höchsten Grade der Farblosigkeit herzustellen. — Das Bleiglas ist ausgezeichnet durch lebhaften Glanz, Polirfähigkeit, einen hohen Grad von Farblosigkeit, sehr geringe Neigung zur Entglasung [1]) und einen schönen, fast metallischen Klang (daher der Name »Klinggläser«). Es ist demnach ein ebenbürtiger Concurrent des böhmischen Krystalls, steht diesem aber durch seine größere Weichheit (es ist die weichste unter den Glasarten), seine leichtere Schmelzbarkeit und dadurch nach, daß es vom Wasser beim Kochen stark angegriffen wird. Auch kann es nicht vor der Lampe verarbeitet werden, indem es dabei durch Reduction des Bleioxydes trübe wird, was um so mehr zu bedauren ist, da es gerade dazu wegen seiner Leichtschmelzbarkeit sich besonders eignen würde.

Von dem Bleikrystall unterscheidet sich das Flintglas nur durch den größeren Bleigehalt, wodurch es eine größere lichtbrechende Kraft, aber auch noch größere Weichheit und leichtere Schmelzbarkeit erlangt. Von dem Flintglase wird ganz besonders eine sehr große Elasticität gerühmt. Pellat erzählt, daß eine Glaskugel von 3″ Durchmesser und 1 Pfund Gewicht 7′ hoch auf eine Steinplatte herabgeworfen worden und $3\frac{1}{2}$′ wieder zurückgeprallt sei, ohne zu zerbrechen.

Der Straß ist noch reicher an Bleioxyd als das Flintglas, enthält aber außer den Bestandtheilen desselben auch noch Borsäure.

Dritte Klasse.

Gefärbte und getrübte Gläser.

Eine dritte Klasse von Gläsern läßt sich aus denen bilden, welche außer den zur 7
Constitution nothwendigen Bestandtheilen noch solche enthalten, durch die sie entweder gefärbt, oder getrübt werden. Diese Gläser würden sich allerdings ebenso gut als Varietäten der schon genannten Glasarten aufführen lassen, da jedoch neben dem verschiedenen Aussehen auch ihre Herstellung zum Theil eine eigenthümliche ist, so erschien es zweckmäßiger, sie von den übrigen zu trennen. Rücksichtlich der gefärbten Gläser ist besonders zu bemerken, daß manche Farben in ihrer ganzen Schönheit nur dann erscheinen, wenn sie über eine Schicht trüben Glases (Email), oder über eine Schicht farblosen Glases verbreitet »überfangen« werden. Viele gefärbte Gläser sind daher »Ueberfanggläser«. Ersteres ist der Fall bei ganz schwachen Farben (Goldrosa, Kupferblau, Urangelb u. s. w.), welche nur im reflectirten Lichte ihre volle Wirkung thun können, demnach einer undurchsichtigen Unterlage bedürfen; Letzteres kommt vor bei sehr intensiven Farben, die in dickeren Schichten undurchsichtig werden und daher in ganz dünnen Schichten ausgebreitet werden müssen, um das Licht durch sich hindurchzulassen.

---

[1]) Nach Pellat wenden die Arbeiter bisweilen, um die Entglasung zu verhüten, Thon an. Die Thonerde würde demnach in Verbindung mit Bleioxyd eine entgegengesetzte Wirkung, wie in Verbindung mit Kalk, hervorbringen.

Digitized by Google

8 Erste Gattung. **Farbige Gläser.** Als Grundlage dient bei den feinsten Sorten ein Kali- oder Bleikrystall; zu ordinärer Waare Natronglas. Zur Färbung des Glases werden theils Metalloxyde verwendet, welche mit der Kieselerde beim Schmelzen gefärbte Verbindungen bilden können, theils kommen dabei solche Stoffe in Anwendung, welche, ohne eine nachweisbare Verbindung mit den Bestandtheilen des Glases einzugehen, durch bloße Vertheilung in der Glasmasse zur Zerlegung des weißen Lichtes Veranlassung geben. Hierher gehören die Kohle, das Schwefelnatrium, das Chlorsilber, das Gold und das Kupferoxydul [1]). Die einzelnen Arten der farbigen Gläser sind unter Berücksichtigung der wichtigsten Farben folgende.

Erste Art. Blaues Glas erhält man durch Beimischung von Kobaltoxyd, welches sehr intensiv und rein blau färbt. Ferner durch Kupferoxyd, welches jedoch nur auf trübem Glase blau erscheint und zwar Türkisblau, wovon man das schönste aus Alabasterglas und Kupferoxyd darstellt, obwohl man sehr häufig auch Kobaltoxyd dazu benutzt. — Pellat führt an, daß es möglich sei, auch mit Nickel ein schönes Blau zu erzeugen. Dies ist jedoch nur eine Täuschung, denn kobaltfreies Nickeloxyd färbt das Glas hyacinthfarben, und nur, wenn es Kobalt enthält, blau. Auch durch Eisen soll, wie Pajot des charmes zuerst beobachtete, unter gewissen nicht aufgeklärten Umständen, Glas blau gefärbt werden.

Zweite Art. Gelbes Glas wird erhalten durch Kohle, durch antimonsaures Bleioxyd, durch Eisenoxyd, Eisen- und Manganoxyd, durch Uranoxyd, dem bisweilen etwas Kupfer beigemengt wird, und durch Silberoxyd oder Chlorsilber.

Mit Kohle erhält man, je nach der Menge, eine schön goldgelbe, wie es schon Neri beschreibt, oder eine röthlichgelbe Farbe, welche durch Abschrecken des Glases (»Schränken«) und wiederholtes Einschmelzen schöner werden soll [2]). Aehnlich färbt sich das Eisenoxyd. Eisen- und Manganoxyd färben je nach den Mengenverhältnissen braunroth, goldgelb bis orange. Antimonsaures Bleioxyd liefert eine rein gelbe Farbe. Die Farbe des Uranoxydes (Annagelb, Königsgelb) opalisirt etwas und zeigt einen Stich ins Bläuliche und Grünliche, wenn sie auf durchsichtigem Glase angebracht ist; auf trübem Glase ist sie gesättigt und rein gelb. Bei künstlichem Lichte ist jedoch diese schöne Farbe nicht bemerkbar. — Chlorsilber oder Silberoxyd färben sehr intensiv, werden aber nur in der Glasmalerei als Schmelzfarbe benutzt und liefern leicht eine opalisirende Farbe, die durch wiederholtes Erhitzen in Orange und Roth übergehen kann. Die färbende Kraft des Silberoxyds ist so groß, daß nach Bontems's Beobachtung ein Krystallbecher, in welchem die Farbenüberreste aufbewahrt wurden, nach längerer Zeit (bei gewöhnlicher Temperatur) gelblich gefärbt worden war.

---

[1]) Dieses scheint übrigens nach den Versuchen Pettenkofer's über Hämatinon doch eine farbige Verbindung mit Kieselerde bilden zu können.

[2]) Daß die Kohle als solche das Glas färbe, ist wenigstens nicht wahrscheinlich; möglich aber wäre es bei der bekannten stark tingirenden Kraft des Schwefelnatriums, daß dieses aus dem wohl in jeder zum Glasschmelzen verwendeten Soda vorhandenen schwefelsauren Natron durch den Zusatz von Kohle entstände und die Farbe erzeugte. Für diese Ansicht sprechen die Versuche von Splitgerber (Erdm. Journ. LXVII, S. 34).

Digitized by Google

Auch Gold ertheilt dem Glase, wie später erwähnt werden wird, unter Umständen eine gelbe (topasgelbe) Farbe und die Nachahmung des Topas mit Straß ist in der That häufig durch Gold bewirkt.

Dritte Art. Grünes Glas wurde in älterer Zeit nur mit Kupferoxyd und Eisenoxyd, also aus Gelb und Blau erzeugt. Seitdem das Chromoxyd bekannt geworden ist, wendet man dieses am häufigsten, aber auch ein Gemenge von Kupferoxyd und Chromoxyd (als chromsaures Kali der Schmelze beigemischt) an. Auf alle Arten läßt sich leicht ein schönes, sattes Grün herstellen. Eine eigenthümliche Art von Grün (Annagrün) erzeugt man auf manchen Glashütten aus Uranoxyd mit Nickeloxyd [1]).

Vierte Art. Rothes Glas. Vom rothen Glase giebt es zwei Varietäten, wovon die eine, mit Kupferoxydul gefärbte, Rubinglas, die andere, welche mittelst Gold gefärbt wird, Goldpurpur heißt.

Die Rothfärbung des Glases ist eine der schwierigsten und eigenthümlichsten. Zur Zeit Neri's scheint man nur mittelst Kohle oder Braunstein ein Roth gefärbt zu haben. Bekannt ist jedoch, daß die Phönizier und Römer ein Purpurroth mittelst Kupferoxydul herstellten, was u. A. die Analyse eines rothen Glases aus der Villa des Tiberius auf der Insel Capri durch Klapproth, sowie die eines antiken Glases (Hämatinon) durch Pettenkofer beweist. Ersterer fand darin in 100 Theilen:

Kieselerde	69,5
Kalk	6,5
Bleioxyd	7,5
Kupferoxyd	7,5
Eisenoxyd	3,5
Thonerde	3,5.

Pettenkofer fand:

Kieselerde	49,90
Natron	11,54
Kalk	7,20
Magnesia	0,87
Bleioxyd	15,51
Kupferoxydul	11,03
Eisenoxydul	2,10
Thonerde	1,20.

Kunkel hat die Darstellung eines Purpurs mittelst Gold erfunden, die vielleicht auch Anderen vor ihm nicht ganz unbekannt war. Diese jedoch, wie Kunkel selbst, hielten ihre Kunst geheim.

Nachdem das Glas von einem Gegenstande des Luxus zu einem Bedürfnisse des gewöhnlichen Lebens geworden war, änderte sich auch die Aufgabe der Glas-

[1]) Letzteres muß der früher gegebenen Bemerkung gemäß sich durch Kobaltoxyd ersetzen lassen.

Digitized by Google

macherkunst. An die Stelle der schön gefärbten und künstlich gearbeiteten Gegenstände, die man nicht mehr suchte, trat das Weißglas in seinen verschiedenen Gestalten. Die natürliche Folge davon war, daß nicht bloß manche technische Fertigkeiten, die nur durch unmittelbare Uebertragung des Meisters auf den Schüler sich fortpflanzen konnten, mit den ursprünglichen Trägern derselben, sondern auch die Kenntniß mancher Glassätze verloren gingen. Dies war u. A. der Fall mit dem rothen Satze der Alten, welcher erst im Jahre 1824 in Folge einer Preisaufgabe des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes in Preußen, der sich schon so viele Verdienste um die Gewerbe erworben hat, durch Dr. Engelhardt wieder erfunden wurde. Letzterer wandte auf 5 Pfund eines bleihaltigen Satzes 4 Loth Kupferoxydul und 4 Loth Zinnoxydul an und setzte, um Scharlachroth zu erzeugen, noch Eisenoxydul zu (eine ähnliche Vorschrift giebt übrigens schon Neri). In neuerer Zeit bedient man sich einfach des Kupferhammerschlags und nach Knox[1]) kann man die rothe Farbe auch durch metallisches Kupfer hervorbringen, welches hierbei in Kupferoxydul übergeht. Das Glas wird dabei aber etwas trübe. Wesentlich bei der Darstellung des gefärbten Glases ist das Abschrecken (»Schränken«, Einschöpfen in kaltes Wasser) und Wiedereinschmelzen, sowie die Vermeidung aller oxydirenden Zusätze. Die Farbe des Kupferoxydulglases ist nach schnellem Abkühlen gelblichgrün, sie wird durch Wiedererhitzen bis zum Schmelzen und langsames Abkühlen schön roth mit gelblichem Stich. Stärker erhitzt, geht die Farbe in Carmoisin und Purpur, endlich ins Bläuliche über und zuletzt soll sie ganz verschwinden. Die Veränderung in Blau ist erklärlich aus dem Uebergange des Kupferoxyduls in Kupferoxyd. Carmoisin und Purpur, welche etwas Blau enthaltendes Roth sind, müssen als Uebergangsfarben zum Blau entstehen. Wie aber die Farbe ganz verschwindet, ist nicht leicht zu erklären, es sei denn, daß das Kupfer sich reguliniſch vollständig abſchiede.

Der Goldpurpur wurde, wie schon erwähnt, zuerst von Kunkel in der dem Kurfürsten von Brandenburg gehörigen Glashütte auf der Pfaueninsel bei Potsdam fabricirt. Später wurde Goldpurpur in Böhmen von den sogenannten »Compositionsbrennern« angefertigt, die aber eben so gut wie Kunkel ihre Kunst geheim hielten, so daß abermals der Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen die Wiederfindung durch eine Preisaufgabe hervorrufen mußte. Die Aufgabe ist von Dr. Fuß im Jahre 1836 gelöst worden und wird später unter den Sätzen die Vorschrift desselben, sowie die ursprüngliche Kunkel'sche, mitgetheilt werden.

Das Goldglas ist nach dem Schmelzen entweder farblos oder nur schwach topasgelb gefärbt und erlangt seine schöne Farbe, ebenso wie das Kupferglas, erst durch Wiedererwärmen (»Anlaufenlassen«). Es hat diese Erscheinung zu wissenschaftlichen Discussionen Veranlassung gegeben, indem man sie chemisch durch eine vorübergehende Desoxydation und endliche Wiederoxydation des Goldes zu erklären suchte. Uns scheint dies trotz der von Splitgerber mit großer Sorgfalt angestellten und scheinbar für diese Ansicht sprechenden Versuche, am allerwenigsten beim Goldglase, statthaft zu sein. Wir glauben vielmehr mit Bontemps, daß diese Erscheinung physikalischer Natur ist und wir nicht ängstlich nach einer

[1]) Erdm. Journ. XX. S. 503.

Digitized by Google

unwahrscheinlichen chemischen Erklärung zu suchen brauchen, da durch unzweifelhafte Beispiele hinreichend bewiesen wird, wie ein Körper durch rein physikalische Vorgänge sein Verhalten zum Lichte ändern kann.

Obgleich man mit Kupferoxydul ebenso schön roth und, leichter als mit Gold, scharlach färben kann, so ist letzteres doch bis jetzt das einzige Mittel rosa zu färben, was besonders auf trübem Glase eine so schöne Wirkung hervorbringt. Kupferroth und Goldroth sind daher nicht identisch, sondern unterscheiden sich von einander offenbar dadurch, daß ersteres eine Beimischung von Gelb, letzteres eine Beimischung von Blau enthält. — Das Goldglas hat die unangenehme Eigenschaft, wenn es beim Schmelzen einer zu hohen Temperatur ausgesetzt wird, seine Durchsichtigkeit zu verlieren und eine carneolartige Färbung anzunehmen, was man das »Leberigwerden« nennt. Der Goldglassatz muß daher langsam und mit großer Vorsicht geschmolzen werden.

Fünfte Art. Violettes Glas. Violett färbt man schon seit alten Zeiten mittelst Braunstein, wobei man, wenn es sich um einen bestimmten Ton handelt, nur darauf Rücksicht zu nehmen hat, daß die Farbe beim Abkühlen des Glases etwas bläßer wird. Bontemps giebt an, daß 1 bis $^2/_{100000}$ vom Gewichte des Glases an Braunstein dem Krystallglase eine angenehme violette Färbung ertheile, ein Beweis von seiner stark tingirenden Kraft. Ein Ueberschuß von Mangan läßt sich nach ihm durch arsenige Säure zerstören und mit der Zeit geht unter dem Einflusse der Atmosphäre, besonders aber durch fortgesetzte Erwärmung die färbende Kraft nach einer Oberfläche hin, die dadurch eine sehr dunkle Farbe annimmt. So seien farblose böhmische Glasscheiben nach und nach violett geworden. Endlich wissen die Praktiker, daß die Manganfarbe durch Steinkohlenfeuer verschwindet und erst an der Luft wieder erscheint. Alles dies, sowie die schon früher erwähnte Beobachtung von Faraday nöthigt uns, anzunehmen, daß es Fälle giebt, wo in der Glasmasse Oxydations- wie Reductionsprocesse, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, stattfinden können, die aber mit den Erscheinungen beim Goldglase keine Analogie haben.

Beim Färben des Glases durch Mangan verdient auch die von manchen Fabrikanten angegebene Erfahrung Beachtung, daß ursprünglich blaßrothes Manganglas, wenn es zu lange im Schmelzofen bleibe, in Purpur, Braunroth, Gelb und Grün (?) übergehen könne.

Sechste Art. Schwarzes Glas. Schwarz gefärbte Gläser, welche man gewöhnlich Hyalith nennt, sind gewöhnlich nur blau, grün oder braun im tiefsten Tone gefärbt und erscheinen im reflectirten Lichte schwarz, während sie bei durchgehendem Lichte in dünnen Schichten ihre wirkliche Färbung erkennen lassen. Man kann daher ein solches Glas färben mit Kobaltoxyd, Chromoxyd, Braunstein und Eisenhammerschlag, selbst mit Schwefelnatrium oder mit einem Gemenge dieser Körper, insbesondere von Kobaltoxyd, Braunstein und Hammerschlag [1]).

Unter den gefärbten Gläsern ist schließlich noch des sogenannten Aventuringlases Erwähnung zu thun.

---

[1]) Merkwürdig ist die Entstehung eines durch Kohlenstoff schwarz gefärbten Glases, von dem Prater (Dingl. Journ. LXXXIII. S. 69 u. 420) berichtet.

Digitized by Google

Dieses Glas, von seiner Aehnlichkeit mit dem Aventurin, einem goldglänzende Glimmerblättchen einschließenden Quarze, so genannt, besteht aus einer bräunlichgelben Grundmasse, welche mit unzähligen goldglänzenden Theilchen erfüllt ist. Die goldglänzenden Theilchen sind nach Wöhler mikroskopische Kupferkrystalle und die Färbung der Grundmasse rührt von Eisenoxyd und sehr fein zertheiltem metallischem Kupfer her. Nach Pettenkofer dagegen können die Krystalle nicht metallisches Kupfer sein, sondern müssen aus einer Kupferoxydulverbindung bestehen.

In einem Aventuringlase aus der berühmten Fabrik von Bigaglia auf Murano wurden gefunden in 100 Theilen:

	von Schnedermann,	Kersten.
Kieselerde . .	65,2	67,3
Kalk . . .	8,0	9,0
Kali . . .	2,1	5,3
Natron . .	8,2	7,0
Bleioxyd . .	—	1,0
Zinnoxyd . .	Spur	2,3
Kupferoxyd .	3,0	5,0
Eisenoxyd . .	6,5	3,7
Phosphorsäure	1,5	—
Magnesia . .	4,5.	

Mit der Analyse von Kersten stimmt eine von Peligot überein.

9 Zweite Gattung. **Trübe Gläser.** Trübe Gläser nennen wir solche, welche ihre Durchsichtigkeit durch einen mechanisch in der durchsichtigen Glasmasse vertheilten Körper verloren haben. Man hat solche von sehr verschiedener Art der Trübung. Wenn die Trübung bis zur Undurchsichtigkeit geht, so nennt man dieselben Email. Besitzt das Glas noch einen gewissen Grad von Durchscheinenheit, so wird es Milchglas (auch Beinglas) genannt. Herrscht aber die durchsichtige Glasmasse vor, so entsteht je nach der Art der Trübung Opalglas oder Alabasterglas.

Der Beachtung werth ist mit Rücksicht auf die trüben Gläser, was Bontemps anführt, daß dieselben nämlich noch heiß, wie sie aus dem Hafen genommen werden, nicht opalisiren, sondern erst trübe werden durch Abschrecken und Wiedererwärmen; daß auch die Trübung zunimmt, je öfter sie erwärmt und wieder abgeschreckt werden.

Erste Art. Email ist ein Bleiglas mit einer trübenden Beimengung von Zinnoxyd oder arseniger Säure. Man macht von demselben theils in der Glasmalerei, theils zum Emailliren metallener Gegenstände, theils in der Kunstglasfabrikation Gebrauch. Seine Zusammensetzung richtet sich nach der Art seiner Benutzung und in der Kunstglasfabrikation, wo sein Consum am bedeutendsten ist, kommt es besonders darauf an, daß seine Ausdehnung mit der des zweiten damit zu vereinigenden Glases gleich oder nahezu gleich ist.

Zweite Art. Milchglas ist gewöhnlich ein Natron-, doch auch Kali- oder

Digitized by Google

Bleiglas, dem Knochenasche (»Beinasche«, daher der Name Beinglas) als trübendes Mittel zugesetzt ist. Seine wichtigste Verwendung ist unstreitig die zu Lampenschirmen. Bei einem Lampenschirm wird aber verlangt, daß das Bild der Flamme nicht durch ihn hindurch gesehen, sondern daß das Licht vollständig zerstreut werde. Da aber reines Beinglas dieser Bedingung häufig nicht entspricht, sondern das Bild der Flamme röthlich gefärbt durchscheinen läßt, so setzt man der Knochenasche noch Zinnoxyd zu, welches eine vollständigere Trübung bewirkt.

Opalglas ist eine Varietät des Milchglases und ein Kalk- oder Bleiglas mit sehr geringer Beimengung von Knochenasche.

Dritte Art. Alabasterglas, von welchem schon früher die Rede war, ist ein Kali-Kalkglas mit überschüssiger Kieselerde und wenig phosphorsaurem Kalk, der übrigens nicht wesentlich sein soll.

Ein solches Glas aus einer schlesischen Hütte, im Laboratorium der polytechnischen Schule zu Dresden untersucht, enthielt in 100 Theilen:

Kieselerde	79,506
Kali	16,869
Kalk	2,790
Phosphorsäure . . .	1,063.

Dieses Glas ist offenbar identisch mit dem, welches Peligot unter dem Namen »Achatglas« analysirt hat. Dieser fand dasselbe zusammengesetzt aus:

Kieselerde	80,9
Kali	17,6
Thonerde und Spuren von Eisen . .	0,8
Kalk	0,7.

Ob hier die Thonerde nicht phosphorsaurer Kalk war (?).

Vergleicht man diese Analysen mit denen anderer Kaligläser, so findet sich unsere frühere Angabe bestätigt, denn unter allen bekannten Gläsern enthält das Alabasterglas am meisten Kieselerde. Seine Trübung steht mit diesem hohen Kieselerdegehalt jedenfalls im ursächlichen Zusammenhange. Da nun das Schmelzen desselben bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen wird (man braucht dazu gewöhnlich die doppelte Zeit, wie zum Schmelzen eines andern Glases), so halten wir es für wahrscheinlich, daß ein Theil der Kieselerde unverbunden bleibt und dadurch das Glas trübt.

Digitized by Google

10 Tabellarische Uebersicht

	Kieselerde.	Kali.	Natron.
Zweite Klasse. Erste Gattung.			
Böhmischer Krystall nach Peligot	76,00	15,00	—
Böhmisches Spiegelglas nach Peligot	67,70	21,00	—
Böhmische Verbrennungsröhren	73,13	11,49	3,07
Böhmisches Weißglas nach Dumas	69,40	11,80	—
Französisches Spiegelglas » »	75,90	—	17,50
» » » »	73,85	5,50	12,05
» Fensterglas, weich, » »	69,65	—	15,22
» » » » »	68,55	—	12,88
» » » » »	68,50	—	13,70
» » sehr weich, » »	68,65	—	17,70
» » hart, » »	68,00	—	10,10
» Flaschenglas von Sevres » »	53,55	5,48	—
» » » Clichy » »	56,84	0,40	8,69
» » » Trelon nach Schüler	62,21	1,91	5,69
» » » Follembray »	61,35	2,04	2,80
» » » Baurrot »	64,75	2,39	3,66
» » » Montplaisir »	66,04	2,82	2,83
Deutsches » » Bechlbach »	65,57	2,72	4,86
» » » Sulzbach »	63,34	2,01	4,17
Englisches Spiegelglas nach Mayer u. Brazier	77,36	3,02	13,06
» Fensterglas nach Cowper	71,40	—	15,00
» » hart, nach Dumas	69,00	—	11,10
» Crownglas nach Dumas	62,80	22,10	—
» Flaschenglas nach Warrington	59,00	1,70	10,00
Venetianisches Spiegelglas	72,46	7,24	8,70
» Fensterglas nach Berthier	68,60	6,90	8,10
Zweite Gattung.			
Englischer Bleikrystall nach Faraday	51,93	13,67	—
Französischer » » Dumas	56,00	8,90	—
Belgischer » » Berthier	56,00	6,60	—
Flintglas von Guinand nach Faraday	44,03	11,75	—
Straß von Douault-Wieland nach Dumas	38,50	7,90	—
Dritte Klasse. Erste Gattung.			
Venetianischer Goldpurpur nach Böhme	58,98	6,70	5,796
» Aventurin » Schnedermann	65,2	2,1	8,2
Zweite Gattung.			
Email nach Dumas	31,60	8,3	—
Alabasterglas	79,506	16,869	PO_5 1,06

[1]) Der Kalkgehalt dieses Spiegelglases ist so gering, daß er mit den später anzuführ

Digitized by Google

der Glas-Analysen.

Kalk.	Bleioxyd.	Thonerde.	Eisenoxyd.	Manganoxyd.	Magnesia.	Zinnoxyd.	Gold.
8,00	—	1,00	—	—	—	—	—
9,90	—	1,40	—	—	—	—	—
10,43	—	0,30	0,13	—	0,26	—	—
9,20	—	9,60	—	—	—	—	—
3,80 [1])	—	2,80	—	—	—	—	—
5,60	—	3,50	—	—	—	—	—
13,31	—	1,82	—	—	—	—	—
16,17	—	2,40	—	—	—	—	—
7,80	—	10,00	—	—	—	—	—
9,65	—	4,00	—	—	—	—	—
14,30	—	7,60	—	—	—	—	—
20,22	—	6,01	5,74	—	—	—	—
21,15	—	3,64	2,59	—	6,37	—	—
22,93	—	1,16	6,10	—	—	—	—
24,66	—	3,67	5,51	—	—	—	—
25,76	—	0,63	2,81	—	—	—	—
22,88	—	2,65	2,78	—	—	—	—
23,42	—	3,34	2,81	0,28	—	—	—
21,34	—	4,72	4,42	—	—	—	—
6,10	—	Spur	0,92	—	—	—	—
12,40	—	0,60	0,30	0,30	—	—	—
12,50	—	7,40	—	—	—	—	—
12,50	—	2,60	—	—	—	—	—
19,00	—	1,20	7,00	—	0,50	—	—
11,64	—	—	—	—	—	—	—
11,00	—	1,20	0,20	0,10	2,10	—	—
—	33,28	—	—	—	—	—	—
2,60	32,50	—	—	—	—	—	—
—	34,40	1,00	—	—	—	—	—
—	43,05	—	—	—	—	—	—
—	53,00	1,00	—	—	—	—	—
3,80	22,93	—	2,20	—	0,50	0,69	0,0492
8,0	CuO 3,0	PO_5 1,5	6,5	—	4,5	Spur.	—
—	50,30	—	—	—	—	9,80	—
2,790	—	—	—	—	—	—	—

den Sätzen für Spiegelglas nicht in Uebereinstimmung zu bringen ist.

Digitized by Google

Praktische Folgerungen aus dem Vorhergehenden.

11 Aus dem, was im Vorhergehenden über die Eigenschaften der wichtigsten Glasgattungen gesagt worden ist, lassen sich für die Praxis folgende wichtige Sätze ableiten:

1. Der höchste Grad von Farblosigkeit ist nur dem Kalikrystall und dem Kali-Bleikrystall eigen.

2. Die Härte des Glases läßt sich, ohne dessen Festigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit zu vermindern, erhöhen durch einen vermehrten Kieselerdezusatz bei übrigens gleichbleibenden Mischungsverhältnissen.

3. Durch Thonerde wird das Glas zwar ebenfalls härter, zugleich aber auch spröder.

4. Vermehrung des Kalkes innerhalb gewisser Grenzen bei gleichbleibender Alkalimenge ertheilt dem Glase eine größere Härte und größeren Glanz. Auch wird behauptet, daß das Glas Abwechselung von Hitze und Kälte besser ertrage, ohne zu reißen und sich besser mit dem Diamanten schneiden lasse.

5. Zu großer Kalkzusatz macht das Glas nicht bloß in hohem Grade zur Entglasung geneigt [1]), sondern auch durch Säuren, ja schon durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure zersetzbar; liefert überdies ein härteres und spröderes Glas.

Warrington untersuchte ein Flaschenglas, welches durch die Säure des in den Flaschen aufbewahrten Weines ganz zerfressen war. Es enthielt:

		ein gutes Flaschenglas dagegen:
Kieselerde . . .	49,0 . .	59,0
Kalk	24,75 . .	19,0
Natron	7,25 . .	10,0
Kali	2,00 . .	1,7
Eisenoxyd . . .	10,00 . .	7,0
Thonerde . . .	4,00 . .	1,2
Magnesia . . .	2,00 . .	0,5

6. Ein zu geringer Gehalt an Kalk bei einem großen Gehalte an Kali macht das Glas sehr hygroskopisch und weich (letzteres gilt auch für Natron).

7. Vermehrung der Kalkmenge oder des Thonerdezusatzes macht, bei übrigens gleichbleibender Mischung, das Glas schwerer schmelzbar.

8. Vermehrung der Kieselerdemenge bei übrigens gleichbleibender Mischung wirkt ebenso.

9. Ein Zusatz von Bleioxyd oder Borsäure macht das Glas bei übrigens gleichbleibender Mischung leichter schmelzbar.

---

[1]) Nach Splitgerber ist diese Wirkung des Kalkes bei Natronglas stärker als bei Kaliglas.

Digitized by Google

10. Da bor-kieselsaures, bleifreies Glas, sowie auch Bleiglas, am schwierigsten entglasen und leicht schmelzen, so glauben wir, daß bei schwer schmelzbaren Glassätzen oder bei langsamer Ausarbeitung der Schmelze, ein geringer Zusatz von Bleioxyd, oder wenn dieser unthunlich erschiene, von Borax, in jeder Beziehung vortheilhaft sein müßte.

Diese Ansicht können wir, was den Zusatz von Bleioxyd betrifft, durch Beispiele aus der Praxis bestätigen, da es uns bekannt ist, daß in sehr ausgezeichneten Glasfabriken derartige Sätze in Anwendung kommen.

11. Die Kenntniß des Sättigungsgrades der Gläser, d. h. des Sauerstoffverhältnisses der Basen und der Kieselerde, genügt für die Praxis allein nicht, da zwei Glasforten bei einem gleichen Sauerstoffverhältnisse sehr verschiedene Eigenschaften besitzen können, je nachdem der Sauerstoff der Basen vorzugsweise von einem Alkali oder von Kalk (oder Bleioxyd) herrührt. Um Anhaltepunkte für die Praxis zu gewinnen, ist vielmehr festzustellen, in welchem Verhältnisse der Kalk zum Alkali und zur Kieselerde in einem guten Glase vorhanden sein muß oder darf.

Directe Versuche in diesem Sinne sind bis jetzt noch nicht angestellt worden. Die vorhandenen Analysen verschiedener Glasforten aber lassen erkennen, daß im Mittel sich verhält:

	die Kieselerde	zum Natron,	Kali,	Kalk.
im Böhmischen Krystall	wie 9,5	zu —	zu 2	zu 1
» » Spiegelglas	» 7	» —	» 2,5	» 1
» » Tafelglas	» 5	» —	» 1	» 1
» » Weißglas	» 7	» —	» 1,75	» 1
» Französischen Spiegelglas	» 19 / 9	» 4,5 / 1,5	» — / —	» 1 / 1
» » Tafelglas	» 5	» 1	» —	» 1
» Englischen Spiegelglas	» 14,25	» 2,25	» 0,1	» 1
» » Crownglas	» 5	» —	» 1,8	» 1
» Venetian. Spiegelglas	» 6,2	» 0,73	» 0,63	» 1
» Flaschenglas	» 3	» 0,13	» 0,10	» 1

Demnach kommen auf 100 Kieselerde in runden Zahlen:

	an Natron,	Kali,	Kalk.
im Böhmischen Krystall	—	21	10,5
» » Spiegelglas	—	36	14
» » Tafelglas	—	20	20
» » Weißglas	—	25	14
» Französischen Spiegelglas	24	—	5
» » Tafelglas	20	—	20
» Englischen Spiegelglas	16	—	7
» » Crownglas	—	36	20
» Venetianischen Spiegelglas	12	10	16
» Flaschenglas	6	3	36.

Digitized by Google

Praktische Eintheilung der Gläser.

12 Als besondere Abschnitte markiren sich im Gange der Glasfabrikation:

1. Die Herstellung des Satzes (des Gemisches, der Masse);
2. die Schmelzung;
3. die Formgebung und
4. die äußere Vollendung und Verzierung.

Bestimmend auf die Art des Betriebes wirken jedoch streng genommen nur der »Satz« und die »Form« ein. Von ersterem hängt die Qualität des Glases, also die größere oder geringere Schmelzbarkeit und Reinheit der Masse ab, welche die Größe und Gestalt der Schmelzgefäße und zum Theil die Größe und Einrichtung der Oefen bedingt; durch die Form wird die eigentliche Arbeit des Glasmachers bestimmt. Aus diesen Gründen hat man von jeher schon in praktischer Beziehung das Glas mit Rücksicht auf die Qualität eingetheilt in:

1. Krystall (Kali- und Bleikrystall);
2. Spiegelglas;
3. Weißglas (oder weißes und halbweißes);
4. Grünglas;
5. Optisches Glas;
6. Straß;
7. Email;
8. Farbige Gläser.

Mit Rücksicht auf die Formgebung und äußere Vollendung läßt es sich eintheilen in [1]):

---

[1]) Wie verschieden übrigens von Verschiedenen die Gläser eingetheilt werden, mögen die folgenden Beispiele zeigen. Im Dict. technolog. von 1835 werden dieselben eingetheilt in:

1. Lösliches Glas,
2. Böhmisches Glas,
3. Tafelglas, Gobleterie und Spiegel,
4. Bouteillenglas,
5. Bleikrystall,
6. Flintglas,
7. Straß,
8. Email.

v. Reeß dagegen theilt in seiner »Darstellung des Fabrik- und Gewerbewesens in Oesterreich 1823« die Gläser ein in:

1. Tafelglas und Hohlglas,
2. Geschliffene und geschnittene Gläser,
3. Spiegelglas,
4. Optisches Glas,
5. Gemaltes und gefärbtes Glas,
6. Mosaikglas,
7. Glasperlen.

Digitized by Google

1. Hohlglas,
2. Flaches oder Tafelglas,
3. Massives Glas,
4. Optisches Glas,
5. Glasfäden, Glasstäbe und Glasröhren,
6. Kunstgläser.

Zum Hohlglas rechnet man in erster Stelle alle Gegenstände, deren Oeffnung im Verhältniß zu den übrigen Dimensionen nur klein ist. Sodann aber auch solche mit größeren und zum Theil sehr weiten Oeffnungen, als Gläser, Becher, Schalen, Teller ꝛc. (in der Hauptsache die gobleterie der Franzosen).

Das Hohlglas wird von allen Graden der Feinheit hergestellt und zum feinsten so recht eigentlich der Krystall verwendet, so daß man unterscheiden muß Hohlglas aus Krystall, welches, da die Gegenstände gewöhnlich durch Schleifen und Poliren verschönert werden, auch »Schleifglas« genannt wird, und aus weißem, halbweißem und grünem Glase. Das letztere dient fast ohne Ausnahme nur zur Herstellung von ordinären Flaschen.

Das flache oder Tafelglas begreift das gewöhnliche Scheibenglas (verre à vitres, verre en manchons, verre en cylindres, cylindrical-glass, spread-glass), das Kronglas (crownglass, flashed-glass) und das Spiegelglas (glaces, plate-glass). Man hat davon der Qualität nach zu unterscheiden weißes oder Spiegelglas, und halbweißes, von welchem die etwas stärker gefärbten Sorten auch wohl halbgrünes oder geradezu Grünglas genannt werden.

Unter massivem Glase verstehen wir diejenigen Gegenstände, welche, ohne Kunstgläser zu sein, entweder keine oder nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Höhlung haben, wie Leuchter, Messerbänkchen, Prismen für Kronleuchter, Märbel u. dgl. Zu ihrer Herstellung wird in der Regel Krystall oder ein farbiges Glas benutzt, da wegen der Dicke der Schicht ein nicht vollkommen weißes oder schön gefärbtes Glas einen unangenehmen Effect machen würde.

Die Bezeichnung »optisches Glas«, sowie die unter 5 aufgeführten Benennungen sind durch sich selbst verständlich und bedürfen keiner Erklärung.

Als Kunstgläser betrachten wir alle Gegenstände, zu deren Herstellung eine über die gewöhnliche sich erhebende Kunstfertigkeit gehört, als:

a. Incrustationen,
b. Eisglas (frosted-glass),
c. Spitzen-, Band- und Fadenglas (Petinet, verre filigrané),
d. Reticulirtes Glas (Vitro di Trino, verre filigrané),
e. Millefioriglas (Mosaikglas) und
f. Glasperlen.

Für die Kunstgläser wird zwar ungefärbter Krystall mit verwendet, die gefärbten Gläser finden jedoch hierbei (und in der Straßfabrikation) ihre wichtigste Benutzung.

Es ist ohne Weiteres einleuchtend, daß die beiden zuletzt beschriebenen Eintheilungen nicht in sich abgeschlossen sind, sondern sich gegenseitig ergänzen, also

Digitized by Google

mit einander verschmolzen werden müssen, wenn man ein vollständiges Bild der Glasfabrikation entwerfen will. Wir halten es deshalb für das Zweckmäßigste, in jedem der früher angeführten vier Hauptabschnitte über Satz ꝛc. jedesmal soviel als möglich Alles zur Sprache zu bringen, was sich auf die verschiedenen Branchen der Glasfabrikation bezieht.

I. Der Satz.

13 Unter Satz (Gemenge, Gemisch, Masse, composition, fritte, batch) versteht man die in den entsprechenden Mengenverhältnissen gemischten Materialien (»Materien«) zur Glasfabrikation; er begreift daher die Kenntniß der Rohmaterialien selbst, deren Zerkleinerung und Mischung in sich. Die Zusammensetzung desselben ist verschieden nicht bloß nach der Glasgattung und Art, sondern auch nach der Construction und dem Alter des Ofens, nach dem Brennmaterial und nach der Beschaffenheit der daraus zu formenden Gegenstände. Das Wahre ist allerdings heute noch, daß es gar keine Regel für dessen Zusammensetzung giebt und wie Clay sagt, »nicht zwei Glasfabrikanten gefunden werden dürften, die darüber einig sind, welche Mischung die beste ist, um eine gewisse Glassorte zu erzielen.«

Was die Construction und das Alter des Ofens anlangt, so influiren dieselben auf den Glassatz, insofern die in dem Ofen als Maximum zu erzielende Temperatur abhängig ist von der Lage des Feuerheerdes und den Dimensionen, sowie auch der Gestalt des Heizraumes. Sind diese Verhältnisse von Hause aus unrichtig, so kann in dem Ofen überhaupt nie die erforderliche Hitze hervorgebracht werden. Wenn sie aber auch ursprünglich gut waren, so ändern sie sich mit der Zeit; der Heizraum erweitert sich durch theilweise Zerstörung des Mauerwerks unter der Einwirkung der verflüchtigten Alkalien und es verändert sich dabei zugleich das Wärmestrahlungsvermögen des Mauerwerks. In beiden Fällen kann in dem Ofen nur ein leicht oder weniger schwer schmelzbarer Satz verschmolzen werden. Bei dem Brennmaterial kommt dessen pyrometrischer Effect in Betracht, daher man bei Steinkohlen schwerer schmelzbare Sätze verschmelzen kann, als bei Holz oder Braunkohlen. Endlich ist zu berücksichtigen, daß das Glas, wenn es lange und zu öfter wiederholten Malen angewärmt wird, entglast, und daher muß zum Formen großer Gegenstände eine Mischung verwendet werden, welche möglichst wenig Neigung zur Entglasung hat [1]). Unter allen Umständen muß dem Glassatze mehr Alkali zugesetzt werden, als man dem fertigen Glase zu geben beabsichtigt, weil ein Theil desselben sich während des Schmelzens verflüchtigt.

14 **Die Verflüchtigung von Alkali** beim Glasschmelzen ist eine Thatsache, welche die Praxis in mehrfacher Hinsicht interessirt. Sie führt nicht bloß einen Verlust des werthvollsten Glasbestandtheiles herbei, die alkalischen Dämpfe zerstören auch das Gewölbe des Glasofens, von welchem alsdann das Abge-

[1]) Deshalb giebt man dem Satze zu Spiegel- und Tafelglas nur einen sehr geringen Zusatz von Kalk.

Digitized by Google

schmolzene in die Schmelzgefäße tropft und die Glasmasse verunreinigt. Die Größe des Verlustes ist aber von verschiedenen, nicht immer gleichen Umständen abhängig, und es ist deshalb so gut wie unmöglich, ein Glas von bestimmter Zusammensetzung ohne vielfältige Versuche herzustellen. Um so mehr ist es zu verwundern, daß die Praktiker bis jetzt, so weit uns wenigstens bekannt ist, sehr wenig gethan haben, um den Verlust zur Ziffer zu bringen und, noch lieber, möglichst zu vermeiden. Aus dem Vergleiche der Zusammensetzung des Satzes mit der des Glases ist die Größe des Verlustes jetzt noch nicht mit Sicherheit zu berechnen, theils weil die Rohmaterialien selten vollkommen rein, theils weil ganz unverkennbar manche Angaben über die Zusammensetzung der Sätze falsch sind. So führt z. B. Dumas in seinem Handbuche und im Dict. techn. folgenden Satz eines böhmischen Glases an:

Quarz	100 Theile,
Gebrannter Kalk	50 »
Kohlensaures Kali	75 »

(Salpeter, arsenige Säure und Braunstein in der nothwendigen Menge) und sagt, das daraus fabricirte Glas sei zusammengesetzt gefunden worden aus:

Kieselerde	71,6
Kalk	10,0
Kali	11,0
Thonerde ꝛc.	

Man erkennt jedoch auf den ersten Blick, daß das analysirte Glas nicht aus dem angegebenen Satze erhalten worden sein kann. Ein solcher Satz würde vielmehr ein Glas liefern müssen, was in 100 Theilen etwa 54,5 Kieselerde, 24,5 Kalk [1]) und 21 Kali enthielte. — Ein Glas, dessen Satz uns zufällig ganz sicher bekannt geworden ist, enthielt nach der Analyse 16,869 Proc. Kali, während im Satze 20 bis 21 Proc. zugesetzt waren. Der Verlust beträgt also hier ungefähr ein Viertel vom Ganzen oder 25 Proc. Dieser Verlust ist aber wohl als ein ganz ungewöhnlich großer anzusehen, da er sich auf ein Glas bezieht, welches eine ungewöhnlich lange Zeit zum Schmelzen erforderte. Splitgerber hat sehr schätzbare Versuche angestellt, um über den beim Schmelzen stattfindenden Verlust an Alkali in's Klare zu kommen. Er verschmolz verschiedene Sätze und zwar:

1. einen Satz aus 100 Kieselerde und 50 zerfallener Soda, in welcher nach seiner Angabe 29,29 Natron enthalten waren, und erhielt ein Glas, welches auf 100 Kieselerde nur 25 Natron enthielt; der Verlust an Natron betrug also hier in runder Zahl 13 Proc.

2. einen Satz aus 100 Kieselerde und 50 Potasche, 34,04 Kali enthaltend; das erzeugte Glas bestand aus 100 Kieselerde und 30,22 Kali, folglich waren 11 Proc. Kali verflüchtigt worden;

3. einen Satz aus 100 Kieselerde, 45,5 zerfallener Soda = 26,6 Natron, und 12,72 kohlensaurem Kalk = 7,06 Kalk. Dieser Satz lieferte ein Glas, welches auf 100 Kieselerde 20,2 Natron und 6,6 Kalk enthielt. Bei diesem

[1]) Wenn der Kalk in der That als gebrannter angewendet worden wäre.

Digitized by Google

Glase war mithin der Verlust an Alkali am größten, nämlich 24 Proc., und es sind mit dem Natron zugleich 6 Proc. Kalk verflüchtigt worden. War nun der Kalkzusatz an diesem größeren Verluste Schuld, indem der Kalk das Alkali verdrängte, oder war es nur die wahrscheinlich schwerere Schmelzbarkeit und längere Schmelzdauer dieses Satzes?

Aus dem Vergleiche der uns bekannten Analysen von reinstem böhmischem Glase mit den bekannten Glassätzen schließen wir, daß der Verlust an Kali durchschnittlich nicht mehr als $^1/_6$ oder 16 Proc. betragen kann [1]). Endlich hat Fuchs eine Analyse seines Wasserglases bekannt gemacht, nach welcher dasselbe 26 Kali auf 62 Kieselerde enthielt. Sein Satz enthielt aber auf 15 Quarz 10 Potasche = 6,8 Kali und hiernach würden auf 62 Kieselerde 28 Kali kommen, demnach nur $^1/_{14}$ = 7 Proc. des Kali's verloren gegangen sein. Daß der Verlust hier geringer ist, hat seinen Grund zum Theil vielleicht in der niedrigeren Temperatur beim Schmelzen des Wasserglases; es ist uns indessen wahrscheinlich, daß ein Verlust an kohlensaurem Kali hierbei überhaupt gar nicht stattgefunden hat, da die angewendete Potasche sicherlich nicht reines kohlensaures Kali war. Darin liegt aber vielleicht ein Fingerzeig zur Vermeidung oder Verminderung des Verlustes, indem man dem Glassatze so viel Kohle zusetzt, als zur Verwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd nöthig ist, vorausgesetzt, daß dies, ohne dem Glase eine Farbe zu ertheilen, geschehen kann, was nicht aus den bis jetzt gemachten Beobachtungen allein geschlossen werden darf, sondern durch genaue Versuche erst festzustellen ist. Dadurch würde jedenfalls die Austreibung der Kohlensäure und somit die Vereinigung der Kieselerde mit dem Alkali erleichtert. Es giebt außerdem, wie uns scheint, noch mehrere Wege, den Verlust an Alkali zu beseitigen oder zu vermindern, die wir hiermit den Praktikern zur Prüfung vorschlagen.

Für das Zweckmäßigste würden wir es halten, daß man, anstatt den Satz trocken zu mengen, das Alkali in Wasser löste und diese Lösung mit dem Gemenge von Kieselerde und gebranntem Kalk innig vermischte, das Gemenge aber eintrocknete (was ohne große Kosten durch reichlich vorhandene unbenutzte Wärme geschehen könnte) und schließlich bis zum Fritten erhitzte. Man würde auf diese Weise nicht bloß eine innigere Mengung der Materialien erhalten, sondern, was noch wichtiger ist, das Alkali durch den gebrannten Kalk ätzend machen und so seine Vereinigung mit der Kieselerde bei einer niedrigern Temperatur erleichtern. — Ein zweiter, jedoch schon viel umständlicherer Weg wäre der, daß man den Satz in der Glühhitze einem Strome überhitzten Wasserdampfes aussetzte. Der Wasserdampf würde die Austreibung der Kohlensäure des Alkalis wie des Kalkes vermitteln und so die Vereinigung derselben mit der Kieselerde erleichtern. — Uebrigens glauben wir, daß schon das Fritten des Satzes, was in früherer Zeit allgemein im Gebrauche war und in England auch jetzt noch zu sein scheint, eine günstige Wirkung zu thun im Stande ist, obgleich manche Praktiker dessen Nutzen ganz in Abrede stellen. Ure führt als zweckmäßig an, einen Theil der Kieselerde erst später, nachdem die Masse geschmolzen ist, zuzusetzen.

[1]) Diese Zahl werden wir auch bei unsern spätern Betrachtungen der Sätze für das Natron annehmen.

Digitized by Google

Dadurch erhält man offenbar ein bei niedrigerer Temperatur schmelzbares Glas, was durch Anwendung der Glasbrocken, wovon später, ebenfalls erreicht wird.

Wie das Bleiglas sich verhält, ist noch weniger ermittelt, als das Verhalten der bleifreien Gläser. Den einzigen uns bekannten Anhaltepunkt gewährt eine Analyse von Splitgerber. Dieser hatte zu einem goldhaltigen Glase einen bleihaltigen Satz aus reinen Materialien zusammengesetzt, in welchem 105 Quarz, 43 Kali und Natron vorhanden waren, und in dem farbigen Glase auf 64,17 Kieselerde nur noch 23,4 anstatt 26 davon gefunden. Der Verlust an Alkali beträgt also hier $^1/_{12}$, d. h. nicht viel mehr als bei dem Fuchs'schen Wasserglase; trifft aber, da die Materialien rein waren, offenbar die kohlensauren Alkalien. An Bleioxyd war kein Verlust eingetreten, doch war der Kalk in etwas geringerer Menge vorhanden, was leicht von einer geringen Verunreinigung des angewandten kohlensauren Kalkes herrühren kann.

Um über diesen für die Praxis so wichtigen Punkt vollständig in's Klare zu kommen, ist es nothwendig, Versuche anzustellen, theils mit ganz reinen Materialien, theils mit unreinen, deren Zusammensetzung aber zuvor ermittelt worden sein muß, und nicht bloß den Verlust nach Beendigung des Schmelzprocesses festzustellen, sondern auch in verschiedenen Perioden des Schmelzens selbst. Nach unserm Dafürhalten würde bei diesen Versuchen besondere Rücksicht auf die Wirkung zu nehmen sein, welche die von uns vorgeschlagene innigere Mengung der Rohmaterialien, der Zusatz von Kohle bei Anwendung von kohlensaurem Alkali und das vorausgehende Fritten des Gemenges hervorbringen. Es würde ferner zu versuchen sein, ob es nicht vortheilhaft ist, zuvor Wasserglas darzustellen, wie es bereits schon vorgeschagen worden ist, und mit diesem erst den Kalk zusammenzuschmelzen. Dabei sollte nothwendigerweise die Temperatur des Ofens bestimmt und jedenfalls die Schmelzzeit nicht unberücksichtigt gelassen werden. Derartige Versuche können jedoch nicht im Laboratorium, sondern müssen in Glashütten angestellt werden, wenn sie für die Praxis Werth haben sollen. In einer Glashütte würden sie aber nicht bloß störend auf den Betrieb einwirken, sondern auch sehr kostspielig für den Einzelnen werden. Da nun die Resultate dem Allgemeinen zu gut kommen, so ist es nicht mehr als billig, daß auch die Kosten von der Gesammtheit getragen werden, und scheint es an der Zeit, daß die Glasfabrikanten einen Verein bilden, welcher zur Förderung ihrer Industrie auf gemeinschaftliche Kosten und in einer kleinen Versuchshütte die nöthigen Versuche anstellen läßt.

Von den Rohstoffen (Schmelzmaterialien, Materien). Die Materialien, welche zum Glassatze verwendet werden, sind: 15

1. Kieselerde, welche man in einer ihrer natürlichen Varietäten anwendet, und zwar für die feinsten Gläser die reinsten. So dient Bergkrystall zur Fabrikation der künstlichen Edelsteine; für Kali- und Bleikrystall wird Feuerstein, den schon Kunkel als sehr vorzüglich rühmt, am zweckmäßigsten genommen, weil er nach dem Bergkrystall am reinsten ist (seine Farbe rührt von organischen Stoffen her und wird durch Glühen zerstört). Da er aber nicht überall und nicht in hinreichender Menge vorkommt, so nimmt man an seiner Stelle den häufiger vorkommenden Quarz, bei dessen Anwendung die von Eisenadern durch-

Digitized by Google

zogenen Stücke sorgfältig ausgelesen werden müssen. Eisenfreier Sand hat allerdings vor den genannten Kieselvarietäten den großen Vorzug, daß er nicht gepulvert zu werden braucht, wie jene, findet sich jedoch nicht überall. Muß indessen ein eisenhaltiger Sand benutzt werden, so ist er vorher, wie später angeführt werden wird, vom Eisen zu befreien und dies ist eine so lästige Arbeit, daß die Londoner Glasfabrikanten z. B. es vorziehen, eisenfreien Sand aus Sidney kommen zu lassen. — Für das ordinärste Glas dient gewöhnlicher unreiner Sand, bei dessen Auswahl, wenn eine solche möglich ist, es im Interesse des Fabrikanten liegt, darauf zu sehen, daß er möglichst viel von den übrigen Bestandtheilen des Glases enthält.

In der Praxis will man die Beobachtung gemacht haben, daß mancher, besonders grober, scharfkantiger Sand sich leichter mit den Basen vereinige, als ein anderer. Dagegen wird von anderen Praktikern gerade im Gegentheil behauptet, daß der Sand um so leichter mit den Flußmitteln zusammenschmelze, je feiner und gleichförmiger sein Korn sei. Ob dies von einer chemischen oder nur physikalischen Verschiedenheit herrührt, muß vorläufig noch unentschieden bleiben, da Analysen der verschiedenen zur Glasfabrikation verwendeten Sandsorten leider fehlen. Da wo Infusorienkieselerde in hinreichender Menge vorkommt, würde sie sich gewiß mit Vortheil in der Glasfabrikation verwerthen lassen, wenn man die Mengung des Satzes auf die von uns angegebene Weise ausführte.

2. Kalk. Dieser dient als Marmor oder Kreide für die feinsten Gläser. Bei Anwendung eines gewöhnlichen Kalkes wählt man am liebsten einen solchen, welcher Alkalien enthält und keiner oder nur geringer mechanischer Zubereitung bedarf. Uebrigens wird derselbe theils ohne Weiteres, theils gebrannt und gemahlen, oder gebrannt und an der Luft zerfallen, dem Satze beigegeben.

3. Kali wird in der Form von gewöhnlicher Potasche für das ordinäre böhmische Weißglas oder das ordinäre Bleiglas angewendet. Für halbweißes oder grünes Tafelglas benutzt man dagegen auch nur Asche oder kalihaltige Abfälle, während für Krystallgläser die Potasche zuvor gereinigt wird. Für den Straß geht man selbst noch weiter, indem man das Kali ätzend macht und mittelst Alkohol reinigt.

Bei Benutzung der Potasche sollte nicht versäumt werden, ihren Gehalt an kohlensaurem Kali zu bestimmen, oder noch besser, sie vollständig zu analysiren, weil nur dann der Satz für eine gegebene Glassorte mit einiger Sicherheit zusammengesetzt werden kann.

4. Natron, für die Glasfabrikation weit wichtiger, als das Kali, da es zur Herstellung der Gläser des massenhaften Verbrauches dient, wird als Soda, als gereinigtes kohlensaures Natron, als natürliche Soda in Form von Asche der See- und Strandgewächse (Sodaasche, Varec, Kelp u. s. w.), als schwefelsaures Natron (Glaubersalz), selbst als Kochsalz angewendet.

Für Spiegelglas wird die Soda häufig noch gereinigt, für weißes Tafelglas ist die calcinirte Soda rein genug; sie sollte aber, wie die Potasche, stets

Digitized by Google

geprüft werden [1]). Für Grünglas wird außer den unreinen Sodasorten schwefelsaures Natron benutzt [2]), jedoch muß man ihm Kohle zugeben, um die Schwefelsäure zu reduciren, da diese von der Kieselerde sonst nur schwer und unvollständig verdrängt wird. Auf die Anwendbarkeit des schwefelsauren Natrons in der Glasfabrikation ist zuerst in Deutschland von Gehlen aufmerksam gemacht worden, und es hat sich dies als so vortheilhaft erwiesen, daß heutzutage auf vielen französischen Hütten die Soda ganz außer Gebrauch gekommen ist. Der Vortheil liegt in der größeren Billigkeit des Materials, denn das Glaubersalz ist im Einkauf wenigstens um die Hälfte billiger als die Soda. Man braucht allerdings um die Hälfte mehr vom Glaubersalz als von der Soda, weil 71 Gewichtstheile des ersteren chemisch äquivalent sind, d. h. nicht mehr wirken, als 53 Theile Soda, erspart aber dennoch bei dem gegenwärtigen Preisverhältnisse noch mindestens 25 Proc. an den Kosten. — Auch das Glaubersalz muß auf seinen Gehalt an wirksamem Stoff geprüft werden.

Um das Natron des Glaubersalzes mit der Kieselerde zu verbinden, darf es nicht durch die Kohle in Schwefelnatrium umgewandelt werden, welches von der Kieselerde nicht, oder nur unvollständig zersetzt wird. Es ist vielmehr die Schwefelsäure nur zu schwefliger Säure zu reduciren und demgemäß die erforderliche Kohlenmenge zu berechnen. Diese beträgt auf 71 Glaubersalz 3 Kohle, unter der Voraussetzung, daß sie in Kohlensäure, und 6 Kohle, wenn sie in Kohlenoxyd verwandelt wird. Nehmen wir das Letztere an, so braucht man $^1/_{12}$ vom Gewichte des Glaubersalzes an Kohlenpulver.

Ein zu großer Zusatz von Kohle, welcher die Bildung von Schwefelnatrium veranlaßt, bringt durch dieses eine Färbung des Glases mit sich, und daher mag es kommen, daß man das Glaubersalz lange Zeit nicht zur Spiegelfabrikation benutzen zu können glaubte, was indessen, wie schon erwähnt, in neuerer Zeit allenthalben vielfach geschieht. — Die Sodaaschen können nur beim Bouteillenglas Anwendung finden und das ungeeignetste Material ist das Kochsalz. Der Grund liegt theils in der Flüchtigkeit desselben, theils darin, daß es von der Kieselerde nur bei Gegenwart von Wasser zersetzt wird. Vielleicht ließe es sich dadurch zur Anwendung bringen, daß man ein Gemenge von Sand, Kalk und Kochsalz in einem Flammenofen unter Zuführung von überhitztem Wasserdampf glühte, also eine Fritte herstellte, in welcher das Kochsalz bei einer geringern Hitze zersetzt würde, ehe es in den Schmelzofen kommt [3]). Wo es bis jetzt in der gewöhnlichen Weise geschmolzen worden ist, hat man stets soviel Glaubersalz,

[1]) Wir gehen hier absichtlich auf die Prüfungsmethoden nicht ein, weil wir voraussetzen, daß der Glasfabrikant selbst sich damit nicht befassen kann, und die Ueberzeugung haben, daß es in seinem Interesse liegt, damit einen Chemiker zu beauftragen und seine Waare stets nur nach dem Gehalte zu bezahlen.

[2]) In neuerer Zeit wendet man sogar auch auf den meisten Spiegelglashütten schwefelsaures Natron statt Soda an.

[3]) Auf ähnliche Weise könnte man sich, wie uns scheint, mit Vortheil unter Zusatz von etwas Kochsalz zu den gewöhnlichen Sätzen eine Fritte herstellen, welche frei von Eisen wäre, denn dieses wird in Form von Chlorid hierbei verflüchtigt werden.

Digitized by Google

Soda oder andere alkalische Flußmittel zugesetzt, daß diese allein schon zur Glaserzeugung genügten, das Kochsalz also geradezu überflüssig war. Die Sache ist jedoch in ökonomischer Beziehung so wichtig, daß es wohl der Mühe lohnen dürfte, ausführliche Versuche darüber anzustellen, insbesondere, um zu ermitteln, ob Kalk und Kochsalz beim Zusammenschmelzen auf einander einwirken. Versuche, welche wir im Kleinen mit Gemengen von reinem Kochsalz und reiner fein zertheilter Kieselerde anstellten, haben ein entschieden ungünstiges Resultat geliefert.

Die Alkalien und der Kalk werden von den Glasfabrikanten schlechtweg »Flußmittel« genannt.

Für die Fabrikation des Bouteillenglases kann auch die Holzasche, wo sie billig zu haben ist, mit Vortheil verwendet werden, dagegen halten wir den sogenannten Aescher für sehr wenig wirksam. Vielmehr verdienen gewisse in der Natur vorkommende Silicate Berücksichtigung, wenn sie nicht zu reich an Thonerde sind, besonders aber gewisse kieselige Gesteinstrümmer, welche Kieselerde und Kalk, seltener Alkalien enthalten. Es gehören dahin

a. Laven.

Zusammensetzung.

	1. Lava vom Vesuv 1834.	2. Lava des Monte nuovo.	Bouteillenglas. 1.	Bouteillenglas. 2.
Kieselerde	49,21	61,19	53,55	59,0
Thonerde	15,76	17,18	6,01	1,2
Eisenoxydul	11,84	(Eisenoxyd) 5,46	5,75	7,0
Kalkerde	6,97	1,52	29,22	19,0
Magnesia	6,01	0,23	—	0,5
Kali	4,37	4,37	5,48	1,7
Natron	6,06	7,98	—	7,0
Wasser	—	1,06	—	—
Chlor	—	0,68	—	—

Aus der Vergleichung von Lava und Bouteillenglas leuchtet ein, daß man unter entsprechender Beimischung von Kalk zu ersterer, oder durch Zusatz einer gewissen Menge von Lava zu einem Glassatze mit entsprechendem Gehalte an Kalk und Alkali ein brauchbares Glas zu erzeugen im Stande sein muß, wie dies die Erfahrung schon längst gelehrt hat.

Digitized by Google

b. Basalte.

	Nr. 1.	Nr. 2.
Kieselerde	48,88	45,52
Thonerde	10,88	17,72
Eisenoxydul	11,65	14,86
Eisenoxyd	2,57	
Manganoxyd	0,09	—
Kalkerde	11,30	11,15
Magnesia	4,86	6,04
Natron	3,61	3,08
Kali	2,66	1,63
Titansäure	2,84	—

Nro. 1. ist ein Basalt aus der Gegend von Wetzlar, Nro. 2. ein solcher aus Stolpen. Wir glauben, daß diese Beispiele genügen, um die Anwendbarkeit der Basalte in der Glasfabrikation zu beweisen, die übrigens auch praktisch schon längst festgestellt ist.

c. Glimmer

steht den Basalten sehr nahe, wir führen daher nur nach Bischof[1]) die Zusammensetzung im Maximum und Minimum an.

	Zusammensetzung. Minimum. Proc.	Maximum. Proc.
Kieselerde	36	71
Thonerde	6	38
Eisenoxydul / Eisenoxyd	0	36
Magnesia	0	29
Kali (und Natron)	2	14
Lithion	0	5,7
Fluor	0	10,4

[1]) Dr. G. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, was wir den Glasfabrikanten empfehlen wollen, da sie darin manches für ihre Zwecke Brauchbare bezüglich der Zusammensetzung von Mineralkörpern finden.

Digitized by Google

d. Pechstein und Obsidian.

	Zusammensetzung.	
	Pechstein von Meißen.	Obsidian vom Pic von Teneriffa.
Kieselerde	75,60	59,71
Thonerde	11,60	19,23
Eisenoxyd	1,20	—
Eisenoxydul	—	5,48
Manganoxydul	Spur	0,30
Kalkerde	1,35	0,58
Magnesia	0,73	Spur
Kali / Natron	2,77	14,70
Wasser	4,73	—

e. Trachytische Gesteine.

Zusammensetzung.

	1. vom Drachenfels.	2. Poröses Gang- und Massengestein von Zannone.	3. Phonolithe von Brix.	von Nessomitz (nach Dr. Jentzsch).
Kieselerde	67,09	75,09	57,70	56,28
Thonerde	15,63	13,26	18,93	20,58
Eisenoxyd	4,59	1,10	2,67 (Oxydul)	2,86
Kalkerde	2,25	0,18	0,86	0,46
Magnesia	0,97	0,16	0,49	0,32
Kali	3,56	8,31	5,44	5,84
Natron	5,07	1,67	3,26	9,07
Manganoxydul	—	—	—	1,45
Lithion	—	—	—	0,05
Phosphorsäure	—	—	—	0,29
Titansäure	—	—	—	1,44
Glühverlust	—	—	—	1,29

Eine ähnliche Zusammensetzung zeigen Granite, Syenite und Porphyre, Bimssteine, Feldspathe, manche Tuffe u. s. w., und die Anwendung aller dieser Mineralkörper in der Glasfabrikation findet vielleicht nur darin einige Schwierigkeit, daß die meisten als feste Gesteinsmassen vorkommen, deren Gewinnung und Zubereitung mit zu beträchtlichen Kosten verknüpft ist. Wo man sie als Gesteinsträm-

Digitized by Google

mer findet, oder als Abfälle haben kann, ist es gewiß in den meisten Fällen ökonomisch vortheilhaft, sich ihrer zu bedienen. Besonders brauchbar sind Ablagerungen von Meeres- und Flußsand, in denen häufig bedeutende Mengen von kohlensaurem Kalk, nebst etwas Alkali, sich finden. Wir wollen als Beispiel nur den Löß des Rheinthales anführen, der dort bis zu einer Mächtigkeit von 300 Fuß sich erhebt.

	Zusammensetzung.
Kieselerde	58,97
Thonerde	9,97
Eisenoxyd	4,25
Kali	1,11
Natron	0,84
Kohlensaurer Kalk	20,16
Kohlensaure Magnesia	4,21

5. Bleioxyd für die Bleigläser. Dieses wird als Bleiglätte oder Mennige angewendet und zwar für ordinäre Gläser, die Sorten, wie sie im Handel vorkommen; für Krystall wird dasselbe gewöhnlich in den Glasfabriken selbst aus dem reinsten Blei erzeugt. Ganz besonders wichtig ist es, daß das Blei kein Kupfer enthalte, weil dieses dem Glase eine grünliche Färbung ertheilt. Ausnahmsweise nimmt man im letztern Falle auch Bleiweiß.

Außer diesen zur Constitution des Glases wesentlichen Materialien, erhält der Glassatz noch Zusätze von sogenannten Reinigungsmitteln und von Glasbrocken, sowie von Heerdglas (Schlacken).

Die Reinigungsmittel werden eigentlich nur bei weißen Gläsern in **16**
Anwendung gebracht und sollen dazu dienen, das in den Rohstoffen enthaltene Eisen in den Zustand des Oxyds überzuführen. Dieses ist nämlich in den Rohmaterialien gewöhnlich als Oxydul oder Oxyd-Oxydul enthalten und ertheilt als solches dem Glase eine bouteillengrüne Färbung, die schon bei geringen Mengen deutlich hervortritt, während dieselbe Menge, in Oxyd umgewandelt, so schwach gelb färbt, daß die Farbe kaum bemerkbar ist. Die Reinigungsmittel sind daher in der Hauptsache als Oxydationsmittel zu betrachten, und werden als Salpeter und arsenige Säure für Krystallglas, als Braunstein (Manganhyperoxyd) und als Smalte oder Zaffer für weißes Glas in Anwendung gebracht. Die Wirkung des Salpeters bedarf keiner besondern Erklärung; beim Braunstein dagegen kann die Wirkung eine doppelte sein. Würde nämlich davon nicht mehr zugesetzt, als gerade zur Ueberführung des Eisens in Oxyd erforderlich ist, so könnte sich nur Manganoxydul bilden, welches dem Glase keine Färbung ertheilt. Ist aber die Menge des Braunsteins größer, so geht der Ueberschuß nur in Oxyd und Oxyduloxyd über und dieses färbt violett. In diesem Falle kann das Blau des Violetten als complementäre Farbe des Gelben dieses ganz aufheben und es bleibt dann nur das überschüssige Roth, was wenig sichtbar ist. — Ein Zusatz von Smalte und Zaffer wirkt offenbar ähnlich und ertheilt bei einem Ueberschusse dem

Digitized by Google

Glase eine schwachbläuliche Farbe, wie dies beim Bläuen der Wäsche, der Stearinlichte und des Zuckers der Fall ist.

Wie die arsenige Säure wirkt, ist nur aus der Wirkung selbst zu vermuthen; sie scheint durch das niedrige Oxyd des Eisens reducirt zu werden und der freiwerdende Arsenik sich zu verflüchtigen. Ein Ueberschuß davon macht das Glas opalisiren.

Obgleich, wie angeführt, die Reinigungsmittel der Regel nach nur bei weißem Glase Anwendung finden, so ist es doch klar, daß man in vorkommenden Fällen sich ihrer auch bedienen kann, um eine durch zu großen Eisenoxydulgehalt zu dunkle Färbung des Grünglases lichter zu machen.

17 **Die Glasbrocken** (Calcin, grésil, cullet) sollen von derselben Glasart sein, die verschmolzen wird, und dienen ebenso wie das aus zerbrochenen Hafen ausgelaufene »Heerdglas« als Flußmittel. Es bedarf nämlich einer weit höheren Temperatur, als der Schmelzpunkt des fertigen Glases ist, um die Kieselerde mit dem Alkali und Kalke zu vereinigen. Bei dieser Temperatur ist aber das Alkali flüchtig, es geht also ein Theil schon verloren, ehe er sich mit Kieselerde verbinden kann. Sind dagegen Glasbrocken vorhanden, so schmelzen sie bei einer weit niedrigeren Temperatur, und das geschmolzene Glas hüllt nicht bloß die Alkalien ein, sondern ist auch fähig, sie zu lösen. Es bildet sich also ein alkalireicheres Glas, ein basisches Silicat, welches nun seinerseits im Stande ist, Kieselerde zu lösen u. s. f. Der Zusatz von Glasbrocken zum Satze muß daher offenbar den Verlust an Alkali durch Verflüchtigung vermindern und die chemische Vereinigung der Glasbestandtheile begünstigen, was schon der Verfasser des Artikels über Glas in der Encyclopédie méthodique von 1792 (arts et métiers) erkannt hat. Die Anwendung von Glasbrocken ist demnach besonders nothwendig, wenn man den Glassatz schmilzt, ohne ihn vorher zu fritten; das Fritten kann jedoch deren Stelle vertreten; es dürfte sogar, da die Erfahrung dafür spricht, daß das gewöhnliche Glas beim Umschmelzen durch Verlust an Alkali verschlechtert wird, den Vorzug verdienen. Daß eine solche Verschlechterung bei verschiedenem Glase sich in verschiedenem Grade bemerkbar macht, ist leicht erklärlich; denn sie wird ohne Zweifel bei alkalireichem Glase geringer sein, als bei alkaliarmem. Es ist sogar denkbar, daß ein an Alkali zu reiches Glas durch Umschmelzen verbessert werden könne. Wir halten, wie schon aus früher Gesagtem ersichtlich, das Fritten für sehr wichtig und glauben, daß dadurch oder durch Anwendung der Brocken neben den schon genannten Vortheilen auch noch Ersparniß an Brennmaterial und längere Erhaltung der Oefen sich erreichen lasse [1]). — Das Bleiglas scheint von der allgemeinen Regel, daß das Glas durch Umschmelzen leide, eine

[1]) Die Anwendung der Glasbrocken wird in manchen Glashütten als zu kostspielig für unstatthaft erklärt. Was das Fritten betrifft, so wird von manchen Praktikern behauptet, daß es gar keine Vortheile gewähre, ja daß es sogar nachtheilig sein könne, wenn es bei zu hoher Temperatur ausgeführt worden sei, weil eine zu stark erhitzte Fritte beim Schmelzen kein klares Glas liefere (?). Eine Entscheidung der Frage ist hier nur durch genau angestellte Versuche herbeizuführen.

Digitized by Google

Ausnahme zu machen; denn von diesem wird gerade umgekehrt behauptet, daß es durch öfteres Umschmelzen und Abschrecken immer schöner werde. Wir zweifeln nicht an der Richtigkeit dieser Behauptung, da die Leichtschmelzbarkeit des Bleiglases und der früher angeführte Versuch von Splitgerber ein solches Verhalten desselben natürlich erscheinen lassen.

Die Vorbereitung der Rohmaterialien besteht in dem Zerkleinern 18
und Austrocknen.

Zum Zerkleinern bedient man sich gewöhnlich eines Pochwerkes, dessen Stempel mit Eisenschuhen für gewöhnliche Gläser versehen sind. Für Krystallglas ist es nöthig, sich solcher aus Quarzstücken zu bedienen, um eine Beimengung von Eisen zu vermeiden. Die Stempel arbeiten in hölzernen Gruben (Pfannen), welche am zweckmäßigsten, um das Verstäuben zu verhüten, von einem mit Deckel versehenen Bretterkasten umgeben sind. Man bedient sich aber am vortheilhaftesten des Pochwerkes nur zum Zerstoßen der großen Stücke und bewirkt das Mahlen in einer Mühle mit verticalen Mühlsteinen, ähnlich der von Leblanc zuerst zum Mahlen der Oelsaamen angewendeten. Durch eine entsprechende Siebvorrichtung ist von Zeit zu Zeit das Feine abzusieben.

Da das Feine, wenn es dem Gröberen beigemengt bleibt, die Zerkleinerung des letzteren verzögert, also einen unnützen Kraftaufwand verursacht, so dürfte die Anwendung eines Systems von Walzenpaaren mit entsprechenden Sieben, wie es in den Sodafabriken neuerlich angewendet wird, auch in den Glasfabriken vortheilhaft sein.

Der Quarz, in Böhmen, gewöhnlich »Kies« genannt, ist so zähe, daß seine Zerkleinerung mit den größten Schwierigkeiten verknüpft sein würde, wenn es nicht ein Mittel gäbe, ihn spröde zu machen. Dieses Mittel besteht darin, daß man ihn zuvor glüht, dann in kaltem Wasser ablöscht und hierauf die eisenhaltigen Stücke entfernt.

Wenn man gebrannten Kalk anwendet, so besteht das Zerkleinern desselben darin, daß man ihn entweder an der Luft zerfallen läßt, was wir nicht für zweckmäßig halten können, weil er dabei wieder Kohlensäure aufnimmt, oder, was besser ist, ihn mit $^1/_3$ seines Gewichtes Wasser zu Pulver löscht.

Glasbrocken bedürfen gewöhnlich des Waschens, um sie von anhängendem Schmutz zu befreien. Sie sind nach dem Waschen zu trocknen oder auszuglühen. Ein Pochen derselben halten wir für überflüssig, da es am zweckmäßigsten erscheint, sie zuerst im Hafen zu schmelzen und dann erst den Satz portionenweise zuzusetzen. Gewöhnlich werden sie mit dem Satze gemengt oder portionenweise mit demselben abwechselnd eingetragen. Wenn man sie, wie es wohl ausnahmsweise geschieht, erst, nachdem der Satz schon geschmolzen ist, zusetzt, nur um die Hafen zu füllen, so begiebt man sich des wichtigsten Vortheils, den ihre Anwendung (abgesehen von der Wiederbenutzung des Glases selbst) gewähren kann.

Das Austrocknen der Materialien erfolgt im Kühl- oder Temperofen oder noch besser in Räumen, die eigens zu diesem Zwecke vorhanden sind, »Materienöfen«. Wo das Fritten im Gebrauche ist, dient der Frittofen dazu.

Digitized by Google

Nachdem die Vorbereitung der Rohmaterialien beendigt ist, werden die entsprechenden Mengen davon abgewogen und in einen hölzernen Kasten, »den Mischtrog« gebracht, oder auf die Dielen der Materienkammer geschüttet, um mittelst Krücken oder Schaufeln möglichst innig gemengt zu werden. Die innige Mengung ist eine so wichtige Operation, daß die größte Sorgfalt darauf verwendet werden muß. Sie kann aber bei dem gewöhnlichen Verfahren unmöglich vollständig genug sein; man hat deshalb mechanische Mischapparate vorgeschlagen. Als Beispiel eines solchen kann Fig. 1 und 2 dienen; der Apparat ist ein hölzerner Kasten *a*, an einem Gestelle *A A* befestigt, mit einer Oeffnung *b* im oberen Boden. Der untere Boden *c* ist halbkreisförmig. Im Innern des Kastens ist die mit vielen Armen rechenartig besetzte Walze *d*, welche, wie aus der Figur ersichtlich ist, um eine horizontale Axe gedreht werden kann und dann die durch *b* eingebrachten Materialien mengt.

Fig. 1.

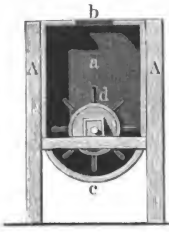
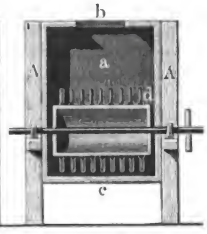


Fig. 2.



Wir würden eine Trommel mit eisernen oder steinernen Kugeln, wie sie in manchen Pulvermühlen im Gebrauche sind, für zweckmäßiger halten, sind aber der Meinung, daß die früher angedeutete Mengung im nassen Zustande vor allen anderen den Vorzug verdienen müsse, und glauben, daß es sich wohl der Mühe lohnte, die wahrhaft colossalen Wärmemengen, welche in den Glashütten unbenutzt verloren gehen, zu einem solchen Zwecke nutzbar zu machen.

19 Vorschriften zu Glassätzen, wie sie auf verschiedenen Hütten wirklich benutzt werden.

Indem wir im Folgenden Vorschriften zu Glassätzen aus der Praxis mittheilen, wollen wir nicht unterlassen, bei den Glasgattungen, welche die Grundlage der Glasindustrie bilden, einerseits eine Berechnung des Schmelzverlustes, andererseits eine Berechnung der Kosten damit zusammenzustellen.

Beim Schmelzen wird die Kohlensäure und Schwefelsäure der Flußmittel durch die Kieselerde ausgetrieben, die Salpetersäure des Salpeters zersetzt und verflüchtigt, der Arsenik, wenn er nur in geringer Menge zugemischt ist, vollständig verjagt. Es wird aber auch, wie wir wissen, ein Theil des Alkalis verflüchtigt, und Chlorkalium, Chlornatrium, Gyps und Glaubersalz (in den Fällen, wo keine Kohle zugesetzt wird), welche als Beimengungen in der Potasche oder Soda vorhanden sind, werden als Glasgalle abgeschieden. Wir werden nun die gereinigte Potasche als reines kohlensaures Kali berechnen, dagegen annehmen, daß gewöhnliche Potasche und Soda 90 Proc. und Glaubersalz 95 Proc. Reingehalt haben; $^1/_6$ des reinen Kalis oder Natrons werden wir für die Verflüchtigung in Abzug bringen.

Digitized by Google

Durch diese Beigabe wird der Leser in den Stand gesetzt, über den Schmelzverlust sich ein richtiges Urtheil zu bilden und die Kosten eines Gemenges wenigstens relativ zu übersehen, wenn auch die wirklichen Einkaufspreise nach Zeit und Ort verschieden sein mögen. Wir rechnen deshalb in allen Fällen:

100 Pfd.	zu Thlr.	Ngr.	Pf.
Quarz	—	15	—*)
Gewöhnlicher Sand	—	5	—
Weißer Sand	—	7	5
Kalkstein	—	5	—
Marmor, Kreide, oder gebrannter Kalk	—	20	—
Glaubersalz	2	—	—
Soda	6	20	—
Potasche	14	—	—
Gereinigte Potasche	16	20	—
Braunstein	3	10	—
Arsenige Säure	6	20	—
Salpeter	17	—	—
Holzasche	—	20	—
Mennige	15	—	—

*) Um die bei den Glassätzen angeführten Preise in Thalern, Neugroschen, Pfennigen leicht auf Gulden, Kreuzer, Pfennige östreichischer und süddeutscher Währung und auf Francs, Centimes reduciren zu können, folgt nachstehend eine kurze Reductionstabelle:

1 Thaler = 30 Neugroschen = 300 Pfennige.
1 Gulden östreichisch in Silber = 100 Neukreuzer.
1 » süddeutscher Währung = 60 Kreuzer = 240 Pfennige.
1 Francs = 20 Sous = 100 Centimes.

Thaler.	Gulden östreichisch in Silber.	Gulden süddeutsche Währung.	Francs.
1	1½	1¾	3,71
2	3	3½	7,42
3	4½	5¼	11,14
4	6	7	14,85
5	7½	8¾	18,56
6	9	10½	22,27
7	10½	12¼	25,98
8	12	14	29,70
9	13½	15¾	33,41
10	15	17½	37,12

Neugroschen.	Kreuzer östreichisch in Silber.	Kreuzer süddeutsche Währung.	Centimes.
1	5	3,5	12,37
2	10	7	24,75
3	15	10,5	37,12
4	20	14	49,5
5	25	17,5	61,86
6	30	21	74,24
7	35	24,5	86,6
8	40	28	98,98
9	45	31,5	111,36
10	50	35	123,73

Pfennig.	Pfennig süddeutsche Währung.	Centimes.
1	1,2	1,24
2	2,4	2,47
3	3,6	3,71
4	4,8	4,95
5	6	6,18
6	7,2	7,42
7	8,4	8,66
8	9,6	9,89
9	10,8	11,13
10	12	12,37

Digitized by Google

Sätze für Kali-Krystall.

		Verlust			Kosten				
		aus nebenstehenden Mengen.		für 100 Pfd. des Satzes.	der einzelnen Gemengtheile.			f. 100 Pfd. geschmolz. Glases.	
1.	Pfd.		Pfd.	Pfd.	Thlr.	Ngr.	Pf.	Thlr.	Ngr.
Quarz [1] . . .	100				—	15	—		
Potasche . . .	50	an Kohlensäure .	14		7	—	—		
— . . .	—	» Kali	5	15	—	—	—	5	8
— . . .	—	» Glasgalle . .	5		—	—	—		
Arsenik [2] . . .	0,25	» Arsenik . . .	0,25		—	—	5		
Gelöschter Kalk	15	» — .	—		—	1	—		
	165,25		24,25		7	16	5		
2.									
Quarz	100				—	15	—		
Potasche . . .	60	an Kohlensäure .	17		8	12	—		
— . . .	—	» Kali	6		—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	6	17	—	—	—	6	6
Gelöschter Kalk	20	» — . . .	—		—	—	—		
Arsenik	0,5	» Arsenik . . .	0.5		—	2	—		
Kalisalpeter . .	1	» Salpetersäure	0,5		—	5	—		
	181,5		30		9	4	—		
3.									
Quarz	100				—	15	—		
Gereinigte Potasche . . .	50	an Kohlensäure	16		8	10	—		
— . . .	—	» Kali	6		—	—	—		
Kreide	20	» Kohlensäure .	9	18	—	2	—	6	3
Salpeter . . .	1,5	» Salpetersäure	0,75		—	7	5		
Arsenik	1,5	» Arsenik . . .	1,50		—	3	—		
Braunstein . .	1/20	» — . . .	—		—	—	5		
	173 1/20		33,25		9	8	—		
4.									
Quarz	100				—	15	—		
Gereinigte Potasche . . .	34	an Kohlensäure .	11		4	24	—		
— . . .	—	» Kali	4	10	—	—	—	4	20
Gelöschter Kalk	15	» —	—		—	3	—		
Braunstein . . .	1/3	» —	—		—	—	5		
	149 1/3		15		5	12	5		

[1]) Anstatt Quarz kann allenthalben reinster, weißer Sand genommen werden.
[2]) Unter Arsenik ist stets arsenige Säure zu verstehen.

Digitized by Google

5.		Verlust aus nebenstehenden Mengen.		für 100 Pfd. des Satzes.	Pfd.	Kosten der einzelnen Gemengtheile. Thlr.	Ngr.	Pf.	f. 100 Pfd. geschmolz. Glases. Thlr.	Ngr.
	Pfd.			Pfd.						
Quarz	100					—	15	—		
Potasche . . .	35	an	Kohlensäure .	11,5		4	27	—		
— . . .	—	»	Kali	4		—	—	—		
— . . .	—	»	Glasgalle . .	3,5	19	—	—	—	5	22
Urkalk	26	»	Kohlensäure .	11,5		—	5	—		
Braunstein . .	½	»	— . . .	—		—	—	5		
	161½			30,5		5	17	5		

Sätze für böhmisches Spiegelglas

sind entweder dieselben wie 1. und 2. der Krystallglassätze, oder sie unterscheiden sich von diesen hauptsächlich nur durch größeren Zusatz von Potasche.

1.

	Pfd.			Pfd.	Pfd.	Thlr.	Ngr.	Pf.	Thlr.	Ngr.
Quarz	100					—	15	—		
Gereinigte Potasche . . .	66¾	an	Kohlensäure .	21		11	4	—		
		»	Kali aus Pottasche u. Salp.	8						
— . . .	—					—	—	—		
Marmor . . .	33	»	Kohlensäure .	15	24	—	6	—	8	4
Salpeter . . .	6⅔	»	Salpetersäure	3,5		1	—	—		
Arsenik	1⅔	»	Arsenik . . .	1,66		—	3	—		
Braunstein . .	⅕	»	— . . .	—		2	—	—		
Smalte	1/20	»	— . . .	—						
	209			49		14	28	—		

2.

Quarz	100					—	15	—		
Gereinigte Potasche . . .	70	an	Kohlensäure .	22,5		11	20	—		
		»	Kali aus Pottasche u. Salp.	8,5		—	—	—		
— . . .	—					—	—	—		
Gelöschter Kalk .	20	»	— . . .	—	18	—	4	—	8	2
Salpeter . . .	6⅔	»	Salpetersäure	3,5		1	—	—		
Arsenik	1⅔	»	Arsenik . . .	1,66		—	3	—		
Braunstein . .	⅕	»	— . . .	—		—	2	—		
Smalte	1/20	»	— . . .	—						
	199			36		13	14	—		

Digitized by Google

Sätze für böhmisches Kreideglas (Schleifglas, weißes Hohlglas).

1.	Pfd.	Verlust: aus nebenstehenden Mengen	Pfd.	Verlust: für 100 Pfd. des Satzes.	Kosten: der einzelnen Gemengtheile. Thlr.	Ngr.	Pf.	Kosten: f. 100 Pfd. geschmolz. Glases. Thlr.	Ngr.
Weißer Sand .	100				—	7	5		
Potasche . . .	60	an Kohlensäure .	17		8	12	—		
— . . .	—	» Kali	6		—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	6	17	—	—	—	6	4
Gebrannter Kalk	10	» — . . .	—		—	2	—		
	170		29		8	21	5		
2.									
Weißer Sand .	100				—	7	5		
Potasche . . .	52	an Kohlensäure	15		7	8	5		
— . . .	—	» Kali	5		—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	5	19	—	—	—	5	23
Kreide	11	» Kohlensäure .	5		—	2	5		
Braunstein . .	½	» — . . .	—		—	—	5		
	163,5		30		7	19	—		
3.									
Weißer Sand .	100				—	7	5		
Potasche . . .	65	an Kohlensäure	18,5		9	3	—		
— . . .	—	» Kali	6,5		—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	6,5		—	—	—		
Kalk (gebrannter)	6	» — . .	—	19	—	1	5	6	24
Arsenik	1	» Arsenik . . .	1		—	2	—		
Braunstein . .	⅓	» — . . .	—		—	—	5		
	172		32,5		9	14	5		
4.									
Weißer Sand .	100				—	7	5		
Potasche . . .	50	an Kohlensäure .	14		7	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	5		—	—	—		
— . . .	—	» Kali	5		—	—	—		
Kreide	22,5	» Kohlensäure .	10		—	5	—		
Salpeter . . .	1,5	» Salpetersäure	0,75	20	—	7	5	5	15
Braunstein . .	1,5	» — . . .	—		—	8	—		
Arsenik	0,25	» Arsenik . . .	0,25		—	—	5		
	176		35		7	23	5		

Die drei ersten Sätze müssen jedenfalls ein zu kalkarmes Glas liefern, welches wie die auf Seite 7 angeführten Gläser sehr hygroskopisch und leicht zersetzbar ist. Um ein gutes Glas zu erhalten, würde im ersten Satze die Kalkmenge etwa um die Hälfte zu erhöhen, in den beiden anderen zu verdoppeln sein. Um das hierdurch entstehende kalkreichere Glas leichter schmelzbar zu machen, könnte man jedem Satze 2,5 Pfund Mennige (12½ Ngr. kostend) oder 5 Pfund Borax (1 Thaler 7½ Ngr. kostend) zusetzen.

Digitized by Google

Satz für böhmische Verbrennungsröhren.

1.		Verlust aus nebenstehenden Mengen.		für 100 Pfd. des Satzes.		Kosten der einzelnen Gemengtheile.			f. 100 Pfd. geschmolz. Glases	
	Pfd.			Pfd.	Pfd.	Thlr.	Ngr.	Pf.	Thlr.	Ngr.
Weißer Sand .	100					—	7	5		
Potasche . . .	40	an Kohlensäure	11,5			5	18	—		
— . . .	—	» Kali	4			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	4	13		—	—	—	4	10
Kalk { gebrannter / gelöschter }	18	» — . . .	—			—	3	5		
	158		19,5			5	29	—		

Satz zu böhmischem Tafelglas.

Weißer Sand .	100					—	7	5		
Potasche . . .	42	an Kohlensäure .	12			5	26	—		
— . . .	—	» Kali	4			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	4	18		—	—	—	4	21
Kalkstein . . .	17,5	» Kohlensäure .	7,5			—	2	—		
	159,5		28			6	5	5		

Satz zu französischem Spiegelglas.

Weißer Sand .	100					—	7	5		
Soda	33⅓	an Kohlensäure	12,5			2	7	—		
— . . .	—	» Natron . . .	3			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	3,5	13		—	—	—	2	—
Gelöschter Kalk	14⅓	» — . . .	—			—	3	—		
Braunstein . .	⅙	» — . . .	—			—	—	5		
	148		19			2	18	—		

Sätze für weißes Tafelglas (französisches, Natronglas).

1.										
Weißer Sand .	100					—	7	5		
Soda	62,5	an Kohlensäure .	23,5			4	5	—		
— . . .	—	» Natron . . .	5,25			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	6,25			—	—	—		
Kohlens. Kalk .	7,5	» Kohlensäure .	3,5	23		—	1	—	3	10
Braunstein . .	0,25	» — . .	—			—	—	5		
Arsenik	0,20	» Arsenik . . .	0,20			—	—	5		
	170,5		38,70			4	14	5		

Digitized by Google

2.	Pfd.		Verlust: Pfd.	für 100 Pfd. des Satzes. Pfd.	Kosten der einzelnen Gemengtheile: Thlr.	Ngr.	Pf.	f. 100 Pfd. geschmolz. Glases: Thlr.	Ngr.
Weißer Sand	100				—	7	5		
Soda	34	an Kohlensäure	12,5		2	8	—		
—	—	» Natron	3		—	—	—		
—	—	» Glasgalle	3,5	17	—	—	—	2	3
Kohlens. Kalk	14,5	» Kohlensäure	6		—	1	5		
Braunstein	0,25	» —	—		—	—	5		
	148,75		25		2	17	5		

3.									
Weißer Sand	100				—	7	5		
Soda	30	an Kohlensäure	11,5		2	—	—		
—	—	» Natron	5		—	—	—		
—	—	» Glasgalle	3		—	—	—		
Kreide	35	» Kohlensäure	15,5	21	—	7	—	1	28
Braunstein	0,25	» —	—		—	—	5		
Arsenik	0,20	» Arsenik	0,20		—	—	5		
	165,5		35,20		2	15	5		

4.									
Weißer Sand	100				—	7	5		
Soda	35	an Kohlensäure	13		2	10	—		
—	—	» Natron	3		—	—	—		
—	—	» Glasgalle	3,5		—	—	—		
Kreide	40	» Kohlensäure	17,5	21	—	8	—	2	2
Braunstein	0,25	» —	—		—	—	5		
Arsenik	0,20	» Arsenik	0,2		—	—	5		
	175,5		37,20		2	26	5		

Der Satz 1. liefert ein weiches, der Satz 2. ein hartes und der Satz 3. ein sehr hartes Glas.

Sätze für halbweißes Natron-Tafelglas.

1.									
Sand	100				—	5	—		
Glaubersalz	44	an Schwefelsäure	23		—	26	5		
—	—	» Natron	3		—	—	—		
—	—	» Glasgalle	2	18	—	—	—	—	26
Kohlenpulver	3	» —	—		—	—	5		
Gebrannter Kalk	6	» —	—		—	—	5		
	153		28		1	2	5		

Digitized by Google

2.	Pfd.	Verlust: aus nebenstehenden Mengen	Pfd.	für 100 Pfd. des Satzes.	Pfd.	Kosten: der einzelnen Gemengtheile. Thlr.	Ngr.	Pf.	f. 100 Pfd. geschmolz. Glases. Thlr.	Ngr.
Sand	100					—	5	—		
Glauberſalz . .	50	an Schwefelſäure	27			1	—	—		
— . . .	—	» Natron . . .	3			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	2,5		24	—	—	—	—	29
Kohlenpulver .	3	» — . . .	—			—	—	5		
Kalkſtein . . .	20	» Kohlenſäure .	9			—	2	—		
	173		41,5			1	7	5		
3.										
Sand	100					—	5	—		
Glauberſalz . .	44⅔	an Schwefelſäure	23,5			—	26	5		
— . . .	—	» Natron . . .	3			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	2		22	—	—	—	—	26
Kokespulver . .	3	» — . . .	—			—	—	5		
Kalkſtein . . .	18	» Kohlenſäure .	8			—	2	—		
	166		36,5			1	4	—		
4.										
Sand	100					—	5	—		
Glauberſalz . .	32	an Schwefelſäure	17			—	19	—		
— . . .	—	» Natron . . .	2			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	1,5		22	—	—	—	—	22
Kohle	2	» — . . .	—			—	—	5		
Kalkſtein . . .	45	» Kohlenſäure .	19,5			—	5	—		
	179		40			—	29	5		
5.										
Sand	100					—	5	—		
Glauberſalz . .	30	an Schwefelſäure	16			—	18	—		
— . . .	—	» Natron . . .	2			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	1,5		20	—	—	—	—	18
Kalkſtein . . .	30	» Kohlenſäure .	13			—	3	—		
Kohle	3	» — . . .	—			—	—	5		
	163		32,5			—	26	5		
6.										
Sand	100					—	5	—		
Glauberſalz . .	35	an Schwefelſäure	18			—	21	—		
— . . .	—	» Natron . . .	3			—	—	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	2,5			—	—	—		
Soda	6	» Kohlenſäure .	15,5		22	—	12	—	1	—
Kalkſtein . . .	30	» — . . .	—			—	3	—		
Kohle	3	» — . . .	—			—	—	5		
	174		39			1	11	5		

Die Sätze 5. und 6. liefern ein anerkannt gutes Tafelglas.

Digitized by Google

Sätze für halbweißes Kali-Tafelglas.

1.	Pfd.	Verlust aus nebenstehenden Mengen.	Pfd.	Verlust für 100 Pfd. des Satzes.	Kosten der einzelnen Gemengtheile. Thlr.	Ngr.	Pf.	Kosten f. 100 Pfd. geschmolz. Glases. Thlr.	Ngr.
Sand	100				—	5	—		
Holzasche (ausgelaugt[1])	115	an Glasgalle	23	33	—	24	—	3	4
Potasche	33	» Alkalien	9		4	20	—		
Kalkstein	22	» Kohlensäure	57		—	2	—		
	270		89		5	21	—		
2.									
Sand	100				—	5	—		
Holzasche (ausgelaugt)	120	an Glasgalle	27		—	24	—		
Potasche	35	» Alkalien	9,5	35	4	27	—	3	10
Kalkstein	17	» Kohlensäure	60		—	2	—		
Braunstein	¼	» —	—		—	—	5		
	272		96,5		5	28	5		

Gemischtes (Kali-Natronglas.)

3.									
Sand	100				—	5	—		
Glasgalle	15	an Kohlensäure	14		—	—	—		
Asche	2,5	» Glasgalle	19		—	—	—		
Potasche	13	» Alkalien	3	24	1	24	5	3	3
Soda	23	» —	—		1	16	—		
Gelöschter Kalk	15	» Wasser u. Kalk	5		—	2	—		
	168,5		41		3	17	5		

Der Zusatz von Glasgalle zu dem letzten Satze hat gar keinen Nutzen, da die Glasgalle kein Alkali abgeben kann, wenn nicht etwas Kohle (½ Pfd. für diesen Satz) zugesetzt wird.

4.									
Sand	100				—	5	—		
Potasche	30	an Alkalien	3		4	6	—		
—	—	» Glasgalle	3		—	—	—		
Kalkstein	22	» Kohlensäure	18	23	—	2	—	3	15
Kochsalz	15	als Glasgalle u. z. Theil verflüchtigt	15		—	1	5		
	167		39		4	14	5		

Alle Sätze, die wir hier für Tafelglas angegeben haben, können auch für Hohlglas dienen.

[1]) Bei Anwendung von Holzasche wird die Berechnung, wie leicht begreiflich, etwas unsicher, die Zahlen sind daher weniger genau als bei den anderen Sätzen.

Digitized by Google

Sätze für Bouteillenglas.

1.

	Pfund
Sand	100
Ausgelaugte Holzasche . . .	250
Kalkstein . . .	30
	380

Daß mit diesem Gemenge kein gutes Glas geschmolzen werden könne, sind wir fest überzeugt, weil darin die Alkalien fehlen. Wir geben daher die Vorschrift nur, um darauf hinzuweisen, wie gedankenlos manche Sätze zusammengesetzt werden.

2.

	Pfd.		Pfd.	Verlust: Pfd.	Kosten: Thlr.	Ngr.	Pf.	Kosten: Thlr.	Ngr.
Sand	100	an Schwefelsäure	11,5		—	5	—		
Glauberfalz . .	20	» Natron . . .	1,5		—	12	—		
Kohle	2	» Kohle . . .	2,0	14	—	—	—	—	14
Basalt	45	» Glasgalle . .	3,0		—	5	—		
Seifensiederfluß	20	» Kohlensäure .	7,0		—	2	—		
	187		25		—	24	—		

3.

Sand	100				—	5	—		
Holzasche . . .	160	an Alkalien . .	8		1	2	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	20		—	—	—		
— . . .	—	» Kohlensäure .	50	25	—	—	—	—	20
Basalt	50	» — . . .	—		—	5	—		
	310		78		1	12	—		

4.

Sand	100				—	5	—		
Glauberfalz . .	25	an Schwefelsäure	12,5		—	15	—		
— . . .	—	» Glasgalle . .	3		—	—	—		
— . . .	—	» Alkalien . .	2		—	—	—		
Kohle	3	» Kohlensäure .	15	20	—	3	5	—	18
Kalkstein . . .	34								
Basalt	5	» — . . .	—		—	—	5		
	167		32,5		—	24	—		

Die Sätze 3. und 4. sollen ein gutes Glas für Champagnerflaschen liefern.

Digitized by Google

Sätze für Bleikrystall.

Diese erhalten einen geringeren Zusatz an Basen, wenn mit Steinkohlen, einen größeren, wenn mit Holz gefeuert wird, wie dies vor nicht zu langer Zeit in Frankreich noch der Fall war.

		Verlust				Kosten				
		aus nebenstehenden Mengen.		für 100 Pfd. des Satzes.		der einzelnen Gemengtheile.			f. 100 Pfd. geschmolz. Glases.	
1.	Pfd.		Pfd.	Pfd.		Thlr.	Ngr.	Pf.	Thlr.	Ngr.
Quarz	100					—	15	—		
Mennige	$66^2/_3$	an Sauerstoff	1,5			10	—	—		
Gereinigte Potasche	$33^1/_3$	» Kohlensäure	10,5	7		5	17	—	8	20
—	—	» Alkali ($^1/_{12}$)	2			—	—	—		
	200		14			16	2	—		
2.										
Sand	100					—	7	5		
Mennige	60	an Sauerstoff	1,5			9	—	—		
Potasche	20	» Kohlensäure	6			2	24	—		
—	—	» Glasgalle	2	6		—	—	—	7	1
—	—	» Kali	1			—	—	—		
	180		10,5			12	1	5		
3.										
Sand	100					—	7	5		
Mennige	55	an Sauerstoff	1			8	—	—		
Gereinigte Potasche	36	» Kohlensäure	11,5	8		6	—	—	8	—
—	—	» Kali	2			—	—	—		
Arsenik	1	» Arsenik	1			—	1	—		
	192		15,5			14	8	5		
4.										
Sand	100					—	7	5		
Mennige	70	an Sauerstoff	1,5			10	15	—		
Gereinigte Potasche	26	» Kohlensäure	8,5			4	10	—		
—	—	» Kali	1,5	6,5		—	—	—	8	23
Salpeter	$3^1/_3$	» Salpetersäure	1,5			—	17	—		
Borax	4	» —	—			1	—	—		
	203		13			16	19	5		
5.										
Sand	100					—	7	5		
Mennige	42	an Sauerstoff	1			6	19	—		
Gereinigte Potasche	$33^1/_3$	» Kohlensäure	10,5			5	17	—		
—	—	» Kali	2	11		—	—	—	9	—
Salpeter	$16^2/_3$	» Salpetersäure	8			2	24	—		
Braunstein	$^1/_2$	» —	—			—	—	5		
	192		21,5			15	8	—		

Allen bis hierher angeführten Sätzen ist zweckmäßig ein Zusatz von Glasbrocken zu geben.

Digitized by Google

Sätze für optisches Glas.

Crownglas.

(Wir fügen bei den optischen Gläsern Berechnung des Verlustes und der Kosten nicht bei, weil bei diesen die Veranlassung dazu nicht wie bei den gewöhnlichen Gläsern vorhanden ist.)

1.

Nach Bontems vom Jahre 1846.

	Pfund
Weißer Sand	100
Gereinigte Soda	41 2/3
Kohlensaurer Kalk	22 1/2
Arsenik	1 2/3

Bontems bemerkt zu diesem Satze, daß man »ein weniger hygroskopisches« Glas erhalte, wenn man die Soda durch Borax ersetze.

2.

Ebenfalls nach Bontems.

	Pfund
Weißer Sand	100
Potasche	30
Soda	16 2/3
Kreide	12 1/2
Arsenik	3/4

3.

Nach Guinand.

Weißer Sand	100
Amerikanische Potasche	40
Mennige	5
Borax	5
Braunstein	1/4

Flintglas.

1.

Quarz	100
Mennige	100
Gereinigte Soda	30

2.

Nach Bontems.

Sand	261
Mennige	261
Potasche	60
Borax	18

Digitized by Google

3.

Ebenfalls nach Bontems 1845.

	Pfund
Sand	43½
Bleioxyd	43½
Kohlensaures Kali	10
Salpeter	3

Die Vorschrift von Bontems Nro. 2. stimmt mit der von Guinand vollständig bis auf den Borax überein, von dem Bontems eine größere Menge vorschreibt.

Sätze für Straß nach Douault-Wieland.

(Für diese Sätze gilt im Allgemeinen bezüglich der Berechnungen, was wir beim Flintglase angeführt haben).

1.

	Theile
Bergkrystall	300
Mennige	470
Durch Alkohol gereinigtes Kali	163
Borax	22
Arsenige Säure	1

2.

Bergkrystall	300
Mennige	462
Durch Alkohol gereinigtes Kali	163
Borax	18
Arsenige Säure	½

3.

Weißester Sand	300
Bleiweiß (reinstes)	514
Durch Alkohol gereinigtes Kali	96
Borax	27
Arsenige Säure	1

4.

Bergkrystall oder weißester Sand	100
Mennige	100
Borax	66
Salpeter	22
Arsenige Säure	5

Die vorstehenden Sätze sind nur dann angemessen, wenn farblose Edelsteine nachgeahmt werden sollen, für gefärbte kann man sich nicht nur jeden Bleikrystall- oder Flintglassatzes bedienen, man kann auch bleifreie Sätze, oder Gemenge mit geringerem Bleizusatz benutzen.

Digitized by Google

Sätze für trübe Gläser.

a. Zinnemail.

Der Zinngehalt in diesem Email ist außerordentlich wechselnd. Um das Zinnoxyd zu erhalten, schmilzt man Blei und Zinn entweder zu gleichen Theilen, im Maximum, oder eine geringere Menge Zinn bis herab zu 15 auf 100 Blei zusammen und erhält es im Schmelzen, wobei das Gemenge sehr rasch oxydirt. Dieses Oxydgemenge wird dann zum Satze verwendet, welcher gebildet wird aus:

Sand	100
Reine Potasche	80
Oxydgemenge	200

b. Arsenikemail.

1.

Sand	100
Potasche	16
Kalk	6
Mennige	130
Salpeter	1/2
Weißer Arsenik	10

2.

Sand	100	Pfund
Mennige	66 2/3	»
Potasche	33 1/3	»
Salpeter	4 2/3 bis 9	»
Braunstein	2 2/3 » 8	Loth
Weißer Arsenik	4	Pfund
Antimonoxyd	1 1/2	»

3.

Sand	100
Mennige	200
Potasche	60
Weißer Arsenik	30

c. Milchglas.

Zu einem gewöhnlichen Kali-, oder Natron-, oder Bleiglassatze werden je nach dem Grade der Durchsichtigkeit, deß man dem Glase zu lassen wünscht, 10 bis 20 Proc. Knochenasche zugesetzt.

In manchen Glasfabriken wird außer der Knochenasche aus dem früher angeführten Grunde noch Zinnoxyd oder weißer Arsenik angewendet.

Digitized by Google

1.

Sand	100
Potasche	40
Zinnoxyd	25 bis 30
Gelöschter Kalk	12
Mennige	10
Arsenige Säure	2

2.

Sand	100
Calcinirte Soda	45
Gelöschter Kalk	16
Knochenasche	6
Arsenige Säure	3

3.

Sand	100
Potasche	23
Soda	15
Borax	12
Knochenasche	30
Arsenige Säure	1½

d. Opalglas.

Das Opalglas differirt vom Milchglas nur durch einen geringeren Gehalt an Knochenasche, wovon zu einem passenden Weißglassatze nur 2 bis 4 Proc. genommen werden.

Diese beiden Gläser werden nach dem Schmelzen geschränkt, wieder eingeschmolzen und nochmals geschränkt, ehe man sie verarbeitet.

e. Alabasterglas.

Sand	100
Potasche	43
Salpeter	4½
Knochenasche	6

Das Alabasterglas muß bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen, daher von Zeit zu Zeit ein Theil davon geschränkt und dann wieder in den Hafen gegeben werden.

Sätze für farbige Gläser.

Die Basis derselben besteht in der Regel entweder aus einem Bleikrystall oder Kalikrystall, dem aber bisweilen eine kleine Menge von Bleioxyd zugegeben wird; indessen färbt man auch ebenso häufig Natronglas. Immer aber muß sich der Satz nach der weitern Verarbeitung des Glases richten. Das farbige Glas wird nämlich am meisten in Combination mit farblosem (als »Ueberfangsglas«), oder

Digitized by Google

auch mit anders gefärbtem Glase verarbeitet, und seine Grundlage von Krystall- oder Natronglas muß sich dann in der Zusammensetzung nach der Beschaffenheit des damit zu combinirenden Glases richten. Sie muß eben so hart oder weich sein, wie die Praktiker sagen; streng genommen, muß es aber heißen: das farbige Glas muß denselben Ausdehnungscoëfficienten besitzen wie das, mit dem es combinirt werden soll, weil sonst Temperaturveränderungen Zerklüftung und Trennung der Schichten herbeiführen.

Violett.

1.

Sand	55
Soda	15
Salpeter	2
Kreide	5
Braunstein	10
Eisenoxyd	2

2.

Sand	58
Soda	16½
Salpeter	2
Kreide	10
Braunstein	2 bis 10

Amethyst erhält einen Zusatz von 1 bis 3⅔ Proc. Braunstein.

Blau [1]).

1.

Sand	50
Soda	16½
Kreide	10
Zaffer	5

2.

Sand	100
Mennige	150
Potasche	35
Borax	10
Kobaltoxyd	4

3.

Sand	100
Potasche	50
Gebrannter, an der Luft zerfallener Kalk	6
Kobaltoxyd	1

Saphir erhält einen Zusatz von ⅓ bis 3 Proc. Kobaltoxyd.

[1]) An manchen Orten sind die Glasfabrikanten der Meinung, daß zum Kobaltblau kein Natron (Soda) genommen werden dürfe, sondern daß dasselbe am schönsten nur mit Kali (Potasche) erhalten werde.

Digitized by Google

Azurblau erhält einen Zusatz von 1 Proc. Kupferoxyd.

Grün.

	1.	2.
Sand	37½	50
Soda	12½	15
Kreide	6	5
Salpeter	2	1
Eisenoxyd	2 bis 5	5 bis 10
Kupferoxyd	2 » 5	3 » 10

3.

Sand	60
Soda	20
Kreide	6
Salpeter	1
Chromoxyd	0,8 bis 1

4.

Sand	100
Potasche	50
Gebrannter, an der Luft zerfallener Kalk	8
Chromoxyd	2

5.

Sand	100
Mennige	85
Potasche	38
Antimonoxyd	4
Kobaltoxyd	2

Gelb.

1.

Sand	65
Soda	25
Kreide	3
Erlenkohle	1

2.

Sand	55
Soda	15
Kreide	5
Salpeter	2
Braunstein	16
Eisenoxyd	13

Digitized by Google

3.

Sand	100
Potasche	50
Zerfallener Kalk	8
Antimonsaures Bleioxyd	6 bis 10

Dieser Satz soll ein Gelb liefern, wie es für Rheinweinflaschen häufig benutzt wird.

Orange erhält man durch Zusatz von 2 Proc. Eisenoxyd und $^2/_3$ Proc. Braunstein.

Goldtopas durch Zusatz von $^1/_2$ Proc. Uranoxyd zu einem Krystallglassatze.

Der aus Straß dargestellte künstliche Topas ist nichts Anderes, als Goldglas, wie schon früher angegeben worden ist.

Türkis.

Gepulverter Quarz oder eisenfreier Sand	100
Beste Potasche	40
Salpeter	11
Kupferoxyd	$^1/_2$ bis $^3/_5$

(In manchen Fabriken setzt man dem Kupferoxyd Kobaltoxyd zu oder wendet es allein an.)

Roth mit Kupfer (Rubinroth). 1 Proc. Kupferoxyd und 1 bis $1^1/_2$ Procent Eisenhammerschlag zu einem Weiß- oder Krystallglassatze.

Ferner:

1.

Sand	100
Mennige	166
Kupferhammerschlag	7
Zinnasche	7

2.

Sand	100
Mennige	200
Kupferasche	6
Zinnasche	6

Rubinglas, sogenanntes Schmelzglas für Emailmalerei, von Murano, wurde von Böhme analysirt und darin gefunden:

Digitized by Google

	Proc.
Gold	0,0492
Zinnoxyd	0,69
Eisenoxyd	2,20
Bleioxyd	22,93
Magnesia	0,5
Kalk	3,8
Natron	5,79
Kali	6,7
Kieselerde	58,98
Arsenik	Spur

Roth, als Farbe zum Ueberfangen dienend, kann erhalten werden aus:

Sand	100
Mennige	200
Kupferasche	6
Zinnasche	6

Die Schmelzung des bleihaltigen Rubinglases dauert 9 bis 12 Stunden und dabei muß besonders darauf geachtet werden, daß sich nicht ein leichter schmelzbares, bleireicheres und daher dichteres Glas neben einem schwerer schmelzbaren, bleiärmeren und daher weniger dichten bildet, wovon ersteres sich im unteren, letzteres im oberen Hafenraume ansammelt. Um ein homogenes Glas zu erhalten, sucht man dasselbe durch wiederholtes Eintauchen einer Kartoffel oder eines Stabes von Birkenholz, durch deren Zersetzung sich Gase bilden, in Bewegung zu bringen (das Glas wird »geblasen«). Ist die Schmelzung vollendet, so wird das Glas in kaltes Wasser ausgeschöpft (geschreckt, »geschränkt«) und zum zweiten und dritten Male ebenso behandelt, ehe es weiter verarbeitet wird.

Roth mit Gold.

1. Nach Dr. Fuß verbesserter Vorschrift:

Kies	100
Mennige	80
Beste Potasche	10
Salpeter	12½

Dieser Satz wird zusammengeschmolzen und auf 18 Pfd. der so erhaltenen Schmelze

1	Pfund	22	Loth Borax,
—	»	3⅜	» Zinnoxyd,
—	»	3⅜	» Antimonoxyd

und die Lösung von $^3/_{10}$ eines Dukaten in Königswasser zugemischt. Die Schmelzung soll 7 Stunden dauern und das Glas wird beim Anlaufen etwas orange. Ein Zusatz von ½ Quentchen schwarzem Kobaltoxyd auf 20 Pfd. Schmelze ver-

Digitized by Google

mindert das Gelb und erzeugt eine mehr Purpur ähnliche Färbung. Der Zusatz von Zinnoxyd soll unerläßlich sein, da man ohne dasselbe keinen Rubin erhalten könne. Bei einem geringeren Zusatze läuft das Glas langsamer, bei einem größeren schneller an.

2. Nach Kunkel wird einerseits 1 Dukaten in 1 Loth Scheidewasser, 3 Loth Salzsäure und 1 Quentchen Salmiak gelöst. Andererseits 1 Loth englisches Zinn in 5 Loth 1 Quentchen Scheidewasser und $1^1/_2$ Loth Salzsäure. Diese Lösungen werden in 4 Maß Brunnenwasser zusammengegossen und damit

$2^1/_4$ Pfund weißer Sand,
1 » Salpeter,
$^1/_2$ » Borax,
2 Loth arsenige Säure,
2 » rother Weinstein
zusammengerührt, getrocknet und geschmolzen.

3. Nach Splitgerber:

Sand	3	Pfund	9	Loth
Salpeter	1	»	28	»
Reine Soda	—	»	26	»
Kreide	—	»	8	»
Weißer Arsenik	—	»	$4^1/_2$	»
Mennige	—	»	9	»
Spießglanzglas	—	»	8	»

Mit dem Sande wird die Auflösung eines holländischen Dukaten in Königswasser gemengt und nach dem Trocknen 30 Stunden lang geschmolzen.

Nach Pellat wird Flintglas durch $^1/_{20000}$ Gold noch rosa gefärbt. Gewöhnlich setzt man 0,004 bis 0,005 Gold zu.

Auch für die Behandlung des Goldglases gilt, was beim Rubinglase bemerkt worden ist, es wird in Wasser ausgeschöpft, jedoch nur einmal.

Aventurin nach Clémandot:

Gestoßenes Glas	300
Kupferoxydul	40
Eisenhammerschlag	80

Dieser Satz kann kein Glas von der früher angegebenen Zusammensetzung liefern. Legt man die dort angeführten Analysen zu Grunde, so erscheint folgender Satz zweckmäßiger:

Digitized by Google

Sand	100
Kalk	13
Soda	18
Mennige	2
Zinnoxyd	3
Kupferhammerschlag	6
Eisenhammerschlag	6

Anstatt des Zinnoxydes scheint, wie Schnedermann's Analyse zeigt, Knochenasche angewendet werden zu können.

Hyalith.

1.

Eisenschlacken oder Basalt oder Lava 30 bis 50 Proc. mit 2 Proc. Kohlenpulver und 5 bis 6 Proc. Knochenasche, oder Zinnoxyd.

2.

Sand	100
Potasche	66
Gelöschter Kalk	8
Arsenige Säure	6
Kobaltoxyd	5
Braunstein	5
Eisenoxyd	5

3.

Sand	100
Mennige	82
Potasche	38
Salpeter	8
Kobaltoxyd	4
Braunstein	4
Hammerschlag	6
Kupferoxyd	6

Wissenschaftliche Berechnung der Glassätze. Wir haben im Vorstehenden die Glassätze aufgeführt, wie sie in der Praxis bis jetzt benutzt werden. Unendlich viele mag es noch geben, die mehr oder weniger von diesen abweichen; wir können daher nicht unterlassen, nochmals darauf hinzuweisen, wie wichtig es ist, in die Zusammensetzung des Glassatzes, die Basis der ganzen Fabrikation, mehr Sicherheit, d. h. ein wissenschaftliches Princip zu bringen. Dies wird möglich sein, sobald die von uns früher vorgeschlagenen Versuche mit Sorgfalt und Ausdauer angestellt worden sind. Vor der Hand wollen wir hier einige Vorschriften folgen lassen, und zwar zuerst die früher angegebenen und aus

Digitized by Google

den Analysen abgeleiteten durchschnittlichen Verhältnisse zwischen Kieselerde, Alkali und Kalk zu Grunde legen und dann von der Voraussetzung ausgehen, daß ein gutes Glas auf 1 Atom Basis mindestens $2^1/_4$ Atom Kieselerde, ($= Si O_2$), und das beste 3 Atome von letzterer enthalten müsse. Den Schmelzverlust von Alkali werden wir dabei zu $^1/_6$ in Rechnung bringen.

Der böhmische Krystall soll nach den Analysen auf 100 Kieselerde 21 Kali und 10,5 Kalk enthalten. Daraus berechnet sich der Satz:

a. Kies (d. i. Quarzpulver oder Sand) . . . 100
Gereinigte Potasche 36
Kreide 18

b. Unter Annahme von $2^1/_4$ At. Kieselerde auf 1 At. Basis (Kali und Kalk zu gleichen Atomen berechnet):

Kies 100
Gereinigte Potasche 60
Kreide 36

c. Unter Annahme von 3 At. Kieselerde auf 1 At. Basis (Kali und Kalk wie vorher) würde er bestehen aus:

Kies 100
Gereinigte Potasche 45
Kreide 28

Man sieht, daß die praktischen Sätze 1. bis 3. auf Seite 42 in der Mitte liegen zwischen b. und c. und daß der Satz a. noch mehr als 3 Atome Kieselerde auf 1 Atom Basis enthält.

Das böhmische Spiegelglas enthält nach den Analysen auf 100 Kieselerde 35,5 Kali und 14 Kalk. Es müßte also zusammengesetzt werden aus:

Kies 100
Potasche von 90 Proc. 65
Kreide 28

Die praktischen Sätze stimmen hiermit nahe überein, wie auch der Satz b.

Das böhmische Weißglas soll nach den Analysen auf 100 Kieselerde 25 Kali und 14 Kalk enthalten. Der Satz dafür müßte also sein:

Kies 100
Potasche von 90 Proc. 46
Kreide 28

Nur der praktische Satz 4 auf S. 44 nähert sich diesem und beide sind als gleich zu achten mit dem Satze c. Hieraus ließe sich vielleicht eine praktische Folgerung ziehen. Wenn man nämlich diesen mit den atomistischen Verhältnissen zusammenfallenden Satz vergleicht mit den praktischen Sätzen für Spiegelglas, so dürfte man vielleicht schließen, daß in einem möglichst wenig zur Entglasung geneigten

Digitized by Google

Glase auf 1 At. Kali nicht 1 At. Kalk enthalten sein dürfte, sondern nur $^2/_3$ bis $^1/_2$ Atom.

Das böhmische Tafelglas enthält auf 100 Kieselerde 20 Kali und eben so viel Kalk. Der Satz müßte also sein:

Kies	100
Potasche von 90 Proc.	37
Kreide	21

was mit dem praktischen Satze auf Seite 45 sowie mit c. am nächsten übereinstimmt.

Das französische oder Natron-Tafelglas soll nach den Analysen 20 Natron und 20 Kalk auf 100 Kieselerde enthalten. Der Satz für dasselbe müßte also zusammengesetzt werden aus:

a.

Weißer Sand	100
Soda von 90 Proc.	44
Kreide	36

b. Unter der Annahme von $4^1/_2$ At. Kieselerde auf 1 At. Natron und 1 At. Kalk würde der Satz bestehen müssen aus:

Weißer Sand	100
Soda von 90 Proc.	50
Kreide	37

c. Unter der Annahme von 6 At. Kieselerde auf 1 At. Natron und 1 At. Kalk aus:

Weißer Sand	100
Soda von 90 Proc.	38
Kreide	28

Die Sätze a. und b. stehen sich sehr nahe, weichen aber, besonders im Kalkgehalte, von den praktischen Sätzen auf Seite 45 und 46 ab.

Wenn man anstatt der Soda schwefelsaures Natron anwenden will, so ist von diesem dem Gewichte nach um die Hälfte mehr als von ersterer zu nehmen und Kohle in dem früher angegebenen Verhältnisse zuzusetzen.

Die angeführten Beispiele lassen, wie wir glauben, deutlich genug erkennen, daß manche praktische Sätze jetzt schon nahe mit den theoretischen zusammenfallen, daß die letzteren also von der Praxis unbedenklich als Normen angenommen werden können.

Für Bouteillenglas läßt sich eine theoretische Berechnung schwierig aufstellen, weil man die chemische Rolle, welche die Thonerde in der Zusammensetzung spielt, nicht kennt und eben so wenig, wie für die übrigen Gläser, bis jetzt weiß, welches das Maximum von Thonerde ist, das dem Glase zugesetzt werden kann. Nach Erfahrungen, welche uns von einem tüchtigen Praktiker mitgetheilt worden

Digitized by Google

sind, fängt das Glas bei 20 Proc. Thonerdegehalt an im Hafen zu entglasen. Um daher bei der Arbeit eine Entglasung zu vermeiden, dürfte eine Beimischung von Thonerde nicht über 8 bis 10 Proc. gehen. Aus den vorhandenen Analysen läßt sich schließen, daß durchschnittlich in gutem Flaschenglase auf 100 Kieselerde 36 Kalk, 4 Thonerde, 6 Natron und 3 Kali (neben 6 Eisenoxydul) kommen. Will man nun zum Flaschenglase irgend ein alkalihaltiges Mineral anwenden, so braucht man nur dessen chemische Zusammensetzung zu kennen, um nach den von uns angegebenen Regeln das Gemenge zusammensetzen zu können.

Im Bleikrystall kommt den Analysen zufolge auf 1 Alkali im Minimum an Bleioxyd $2^1/_2$, an Kieselerde 4; im Maximum $5^1/_2$ Bleioxyd und 10 Kieselerde. Im Mittel auf 1 Kali 4 Bleioxyd und nahezu 8 Kieselerde. Hiernach würde es zusammengesetzt werden müssen aus:

Kies	100
Bleioxyd oder Mennige	50
Gereinigtes kohlensaures Kali	21

Das obige Verhältniß nähert sich dem von 1 At. Kali auf 2 At. Bleioxyd und $13^1/_2$ At. Kieselerde ($= SiO_2$), nach welchem der Satz bestehen müßte aus:

Kies	100
Bleioxyd	52
Gereinigtes kohlensaures Kali	21

Wesentlich verschieden hiervon ist die Zusammensetzung, in welcher die geringste Menge Bleioxyd und Kieselerde auf 1 Theil Kali kommen. Diese entspricht nämlich sehr nahe 1 At. Kali auf 1 At. Bleioxyd und 6 At. Kieselerde. Man hat offenbar bei diesem Glase die Menge der Kieselerde verringern müssen, um bei der verminderten Bleioxydmenge ein hinreichend schmelzbares Glas zu erhalten, und es ist nun die Frage, ob es ökonomisch vortheilhafter ist, den Blei- und Kieselerdezusatz in diesem Verhältnisse zu vermindern. Es wird dies aus der Betrachtung des Satzes sich ergeben, welcher nach dem zuletzt berührten Verhältnisse bestehen müßte aus:

Kies	100
Bleioxyd	$62^1/_2$
Gereinigtes kohlensaures Kali	42

Dieser Satz ist demnach offenbar theurer, als der zuerst angeführte; man wird sich daher desselben nicht bedienen, wenn nicht, was uns unbekannt ist, das damit erzeugte Glas vorzüglichere Eigenschaften besitzt. Auch hierüber fehlen zur Zeit alle Anhaltepunkte für die Beurtheilung.

Digitized by Google

II. Das Schmelzen.

21 Das Schmelzen des Satzes erfordert eine ziemlich hohe Temperatur und wird allgemein in Schmelzgefäßen, »Hafen«, ausgeführt, die zu mehreren in einem Ofen, dem »Schmelzofen«, stehen. Wir werden daher in diesem Abschnitte A. die Temperatur der Schmelzöfen und die Brennmaterialien; B. das Hafen- und Ofenmaterial; C. die Gestalt, Größe und Anfertigung der Hafen; D. die Gestalt, Größe und Erbauung der Schmelzöfen und E. die Schmelzarbeit mit den dabei vorkommenden Nebenarbeiten einer näheren Besprechung unterwerfen.

A. Von der Temperatur der Schmelzöfen und den Brennmaterialien.

22 Man findet bei manchen Schriftstellern über Glasfabrikation noch heute die fabelhaften Angaben von 6000°, 8000°, ja 12000° R., als die Temperatur, welche in den Schmelzöfen erzeugt werden müsse und thatsächlich vorhanden sei. Um diese Angaben als irrige oder willkürliche zu erkennen, bedarf es nur eines Blickes auf die durch sorgfältige Versuche *ermittelten* »absoluten Wärmeeffecte« und die daraus berechneten »pyrometrischen Effecte« der brennbaren Elemente, nämlich des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, welche Bestandtheile der in der Glasfabrikation benutzten Brennmaterialien sind. Von diesen sind die Leistungen der zusammengesetzten Brennmaterialien abgeleitet, welche wegen des Gehaltes an Sauerstoff, an Wasser und an Aschenbestandtheilen nothwendigerweise geringer sein müssen, als die der einzelnen Elemente. Dazu kommt noch, daß directe Versuche bei zusammengesetzten Brennmaterialien, selbst wenn sie nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestanden, stets einen geringeren Effect nachgewiesen haben, als er, aus den Elementen berechnet, sein sollte, woraus in Summa folgt, daß man in der Praxis mit irgend einem zusammengesetzten Brennmateriale unmöglich einen höheren Effect zu erzielen vermag, als der des effectreichsten Elementes ist.

Um allen unsern Lesern klar zu werden, müssen wir bemerken, daß man die *gesammte Wärme*, welche ein brennbarer Körper bei seiner *vollständigen* Verbrennung entwickelt, den *theoretischen* (und auf die Gewichtseinheit bezogen), *absoluten Wärme- oder Heizeffect* nennt. Als Maß dient die Wärmemenge, welche nöthig ist, um die Gewichtseinheit (ein Pfund) Wasser um 1° C. zu erwärmen. Diese Wärmemenge nennt man eine »*Wärmeeinheit*« oder »*Calorie*«. Man hat nun gefunden, daß 1 Pfund Kohlenstoff beim Verbrennen zu Kohlensäure 8000 und 1 Pfund Wasserstoff beim Verbrennen zu Wasser 34000 Calorien entwickelt. Wenn dagegen 1 Pfund Kohlenstoff nur zu Kohlenoxyd verbrennt, so werden nur 2400 Calorien erzeugt.

Digitized by Google

Aus den theoretischen Effecten der Elemente hat man unter Zugrundlegung der Elementar-Analysen folgende Effecte für zusammengesetzte Brennmaterialien berechnet, wovon wir die hierher gehörigen hier wiedergeben.

Buchenholz, wasserfrei			4106	W. E.
Fichtenholz	»	. . . . .	4266	»
Torf	»	. von	3775 bis	5405	»
Braunkohlen	»	. »	4616 »	7002	»
Steinkohlen	»	. »	5984 »	8601	»
Anthracit	»	. »	7682 »	8645	»

Bei allen Brennstoffen, welche Wasser als solches oder Wasserstoff enthalten, wird Wasserdampf gebildet, welcher Wärme latent macht, die für die praktische Benutzung verloren geht, weil die Verbrennungsproducte mit einer höheren Temperatur entweichen. Hierdurch erniedrigen sich die obigen Zahlen nach Schinz:

für wasserleeres Holz	auf	3878	W. E.
» Holz mit 20 Proc. Wasser . .	»	2991	»
» Torf, wasserleer	»	4498	»
» Torf mit 20 Proc. Wasser . .	»	3481	»
» Braunkohle, wasserleer . . .	»	5360	»
» Braunkohle mit 20 Proc. Wasser	»	4183	»
» Steinkohlen	»	7487	»
» Anthracit	»	8002	»

Der theoretische Heizeffect ist indessen nicht gleichbedeutend mit der Temperatur, welche beim Verbrennen dieser Elemente entsteht und welche man den »pyrometrischen Effect« derselben nennt. Um dies zu begreifen, muß man sich erinnern, daß jedes materielle Molekül eine gewisse Menge Wärme bindet und sie dadurch verhindert, nach Außen zu wirken, d. h. auf andere Körper überzugehen. Diese Wärme nennt man, auf das Gewicht eines Körpers bezogen, so lange er seinen Aggregatzustand nicht verändert, seine Wärmecapacität, wobei man die des Wassers als Einheit annimmt. Schmilzt der Körper aber, oder nimmt er Gasform an, so bindet er bisweilen, wie dies bei Verwandlung des Wassers in Dampf der Fall ist, bei diesem Uebergange noch eine weitere Quantität Wärme, welche dann als »latente Wärme« bezeichnet wird. Da nun, wie gesagt, jedes einzelne Molekül eine gewisse Menge Wärme auf die eine oder andere Weise bindet, so muß die Summe der gebundenen Wärme im directen Verhältnisse zur Menge der Moleküle, oder mit anderen Worten zur Masse des erhitzten Körpers stehen. Beim Verbrennen eines Elementes oder zusammengesetzten Brennmaterials bilden die Verbrennungsproducte die erhitzte Masse, denn an sie geht die Verbrennungswärme zunächst über, sie sind die Träger derselben. Die Verbrennungstemperatur oder der pyrometrische Effect ist hiernach nur der nicht gebundene Antheil der gesammten Verbrennungswärme, und man erfährt sie, wenn man die letztere (von der man die latente Wärme des gebildeten Wasserdampfs abzuziehen hat) dividirt durch das Product aus der Masse in die Wärmecapacität. Auf diese Weise erfährt man, daß der Kohlenstoff, wenn er zu Kohlensäure verbrennt, eine

Digitized by Google

Temperatur von 2137° C., wenn er zu Kohlenoxyd verbrennt, nur eine solche von 835° C.; der Wasserstoff beim Verbrennen zu Wasser eine solche von 2600° C. erzeugt. Dabei ist vorausgesetzt, daß nicht mehr Luft, als gerade zur vollständigen Verbrennung erfordert wird, mit dem verbrennenden Elemente zusammentrifft. Die höchsten Temperaturen, welche man unter dieser Voraussetzung von zusammengesetzten Brennstoffen erhalten kann, sind nach Schinz (dessen Tab. XXXIV.) für:

wasserfreies Holz	2136° C.
wasserfreien Torf	2258
wasserfreie Braunkohle	2363
Steinkohlen	2488
Kohks	2479
Anthracit	2514.

Ein Wassergehalt der Brennstoffe muß aus dem schon angeführten Grunde auch den pyrometrischen Effect herabdrücken. Daraus ist die in der Praxis schon bekannte Regel abzuleiten, daß man stark wasserhaltige Brennstoffe vor ihrem Gebrauche möglichst vollständig auszutrocknen hat.

Die vorstehenden Zahlen sind, wie schon angeführt, nur richtig unter der Voraussetzung, daß nicht mehr Luft zum Brennmaterial tritt, als die vollständige Verbrennung gerade erfordert. In der gewöhnlichen Praxis wird aber dieser Voraussetzung nie genügt; es strömt vielmehr immer ein Ueberschuß von Luft in den Heerd, den man durchschnittlich gleich setzt der wirklich nöthigen Luftmenge. Wird aber die doppelte Luftmenge erwärmt, so kann der pyrometrische Effect der Brennmaterialien bei der gewöhnlichen Verbrennungsweise nahezu nur halb so groß sein, als die vorhin angeführten Zahlen ihn angeben.

Zugleich sieht man ein, daß es in der Praxis möglich sein würde, die pyrometrische Leistung der Brennmaterialien zu erhöhen, wenn man im Stande wäre, das Zuströmen eines Luftüberschusses in den Heerd zu verhindern. Schinz giebt dazu mehrere Mittel an, nämlich bei directer Verbrennung die Brennmaterialschicht auf dem Roste zu erhöhen oder die Brennmaterialien zuerst zu vergasen [1]) und die Gase zu verbrennen. Im ersten Falle wird, wenn die Luft nur durch die Rostfugen Zutritt hat, im günstigsten Falle aller Sauerstoff mit Kohlenstoff verbunden. Ein Theil desselben verwandelt sich jedoch nur in Kohlenoxyd und folglich wird ein äquivalenter Theil des Kohlenstoffs nicht vollständig ausgenutzt; man erleidet thatsächlich einen Verlust an Brennstoff, welcher nach Schinz 36 Proc. beträgt. Das Quantum der Verbrennungsproducte dagegen, oder richtiger gesagt die Masse, auf welche die Verbrennungswärme sich vertheilt, wird in solchem Grade vermindert, daß dessen ungeachtet der pyrometrische Effect sich bedeutend steigert (»intensive Verbrennung« nach Schinz). Im zweiten Falle läßt sich der Luftzutritt so reguliren, daß ein Ueberschuß möglichst vermieden werden kann.

[1]) Hierunter versteht er aber nicht die Erzeugung von Kohlenwasserstoffen, sondern von Kohlenoxyd, d. h. nicht eine Vergasung bei Luftabschluß, sondern bei beschränktem Luftzutritt.

Digitized by Google

Bekannt ist endlich die Steigerung der Verbrennungstemperatur durch Zuführung von erwärmter Luft, anstatt der kalten. Dadurch kommt dem pyrometrischen Effecte nicht bloß die Wärme zu gut, welche zur Erhitzung der Luft im Heerde selbst verbraucht wird, die Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff erfolgt auch energischer, und in Folge dessen kann weniger von demselben, ohne gewirkt zu haben, durch den Heerd passiren.

Die bis jetzt angeführten Zahlen beweisen genügend, daß im allergünstigsten Falle die Temperatur des Glasofens nie die Höhe erreichen könnte, die wir im Eingang als eine fabelhafte bezeichnet haben. Wie hoch sie aber nothwendig sein müsse, hängt offenbar zunächst vom Schmelzpunkte des Glases ab. Ueber diesen liegen freilich keine für alle Fälle genügende Angaben vor, denn das Glas ist, wie bekannt, von sehr verschiedener Zusammensetzung und mit dieser muß auch sein Schmelzpunkt variiren. Der Kali- und der Bleikrystall stellen jedenfalls den Anfangs- und Endpunkt der Scala für die Schmelzpunkte des Glases dar, und setzt man als mittlere Zahl für den Schmelzpunkt des bleifreien Glases 1200° C. an, so wird der des Bleiglases zwischen 1000 und 1100° C. angenommen werden können. Die Temperatur des Glasofens müßte demgemäß, wenn wir vom Bleiglase absehen, mindestens 1200° C. sein, sie muß aber thatsächlich jedenfalls eine höhere sein und zwar einestheils, weil die Temperatur, bei welcher Kieselerde und Alkalien sich chemisch verbinden, ohne Zweifel etwas höher liegt als die, bei welcher das gebildete Product schmilzt; anderntheils, weil die Transmission der Wärme um so leichter stattfindet, je größer die Temperaturdifferenzen sind. Letzteres ist besonders aus dem Grunde zu berücksichtigen, weil dadurch die Beschleunigung der Glasbildung, folglich die Abkürzung der Schmelzzeit bedingt ist. Unter Berücksichtigung dieser Umstände glauben wir 1500° C. (d. h. blendend weiße Hitze nach Pouillet) als die nothwendige Temperatur des Schmelzofens setzen zu dürfen.

Das ursprüngliche Brennmaterial der Glashütten ist das Holz, dessen Benutzung man nur, gezwungen durch gänzlichen Mangel oder zu hohen Preis, aufgegeben hat. Unter der früher angegebenen Voraussetzung, daß die doppelte der absolut nöthigen Luftmenge in den Heerd einströmt, würde der pyrometrische Effect des Holzes nur 1140° C. betragen. Diese Temperatur ist aber niedriger als der Schmelzpunkt des Glases, man muß daher schließen, daß in den Glasöfen stets eine unvollständige Verbrennung stattfindet, d. h. daß ein Theil des Kohlenstoffs nur in Kohlenoxyd verwandelt, oder mit anderen Worten ein Theil Brennmaterial geopfert wird, um eine höhere pyrometrische Leistung zu erzielen. Nur unter dieser Voraussetzung ist es denkbar, daß der pyrometrische Effect des Holzes auf 1600° C. steigt. Diese nämliche Voraussetzung muß selbst für Torf, Braunkohlen und Steinkohlen gemacht werden, welche alle zum Glasschmelzen bereits tauglich befunden worden sind.

Damit eine Steinkohle mit Vortheil verwendet werden könne, darf sie weder eine ungewöhnlich große Menge, noch eine schlackende Asche enthalten. Sie darf auch selbst nicht stark backend sein, noch in der Hitze zerfallen, weil durch alle diese Umstände der Luftzug gehemmt und in Folge davon die pyrometrische Lei-

Digitized by Google

stung geschwächt wird. Daraus folgt, daß eine Sinterkohle sich am besten zum Glasschmelzen eignet und daß man, wenn eine solche nicht zur Verfügung steht, ein Gemenge von Backkohle und Sandkohle, oder von Backkohle und Kokes substituiren kann.

Der Wassergehalt der Steinkohlen ist, da er in der Regel nicht mehr als etwa 10 Proc. beträgt, nicht ernstlich nachtheilig.

Die Braunkohlen enthalten in der Regel weit mehr Wasser und erfordern deshalb, wenn man sie mit Vortheil benutzen will, ein vorgängiges Austrocknen. Sie sollen ferner nicht zu viel Asche enthalten und in der Hitze nicht zerfallen, was sie weit häufiger als die Steinkohlen thun.

Was von der Braunkohle gesagt wurde, gilt im Allgemeinen auch vom Torf.

Bei Anwendung von Kohlen wird an vielen Orten darüber geklagt, daß das Glas beim Ausarbeiten trübe werde. Wenn man daher auch mit Kohlen schmilzt, so läßt man doch bei Holzfeuer ausarbeiten. In Böhmen schmelzen einige Hütten mit Braunkohlen und lassen während der Arbeit mit Gas feuern, welches übrigens aus denselben Kohlen dargestellt wird [1]). Worin der Grund dieser Erscheinung liegt, vermögen wir nicht mit Sicherheit anzugeben. Vielleicht ist es einestheils Flugasche, welche mechanisch sich auf dem Glase anlegt, anderntheils schwefelige oder Schwefelsäure, welche das Glas chemisch angreift.

Vergaste Brennmaterialien. Kann man aber mit Gas aus derselben Kohle, welche zum Schmelzen direct benutzt wird, arbeiten, so entsteht die Frage, ob man nicht mit diesem Gase auch schmelzen kann. Man hat an verschiedenen Orten dies schon versucht, indessen ohne günstigen Erfolg, indem die Schmelzdauer eine ungewöhnlich lange war. Da nun aber zum Vergasen jedes geringwerthige Brennmaterial benutzt werden kann, und Schinz in seinem angeführten Werke deutlich nachweist, daß die Verbrennungstemperatur der Gase (welche als ein Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff angenommen werden), eine mehr als hinreichende ist, wenn nicht mehr Luft, als zur Verbrennung derselben erfordert wird, zutritt, so erscheint die Gasfeuerung für die Glasfabrikation a priori sehr vortheilhaft und liegt der Grund des Mißlingens mancher Versuche vielleicht nur darin, daß man den Zutritt der Luft nicht gehörig regulirte. Wir machen daher darauf aufmerksam, daß Schinz Constructionen für Gasgeneratoren sowohl, wie für Glasschmelzöfen, nebst Regulatoren für die Zuführung der Luft, angiebt und versichert, daß er selbst die günstigsten Resultate erzielt habe. Aehnliches wird aus Tscheitsch im südlichen Mähren von Zerrenner [2]) berichtet. Dieser Bericht ist auch noch insofern interessant, weil eine von dem Mechaniker Poduschka erfundene Vorrichtung beschrieben wird, welche gestattet, ganz nasse Kohlen zur Vergasung zu verwenden.

---

[1]) Es ist uns indessen auch eine Glasfabrik bekannt, wo mit Gas (aus Steinkohlen) geschmolzen und mit Holz gearbeitet wurde, weil dem Gase derselbe Vorwurf gemacht wurde, den man den Kohlen selbst macht.

[2]) »Die Anwendung der Gasfeuerung beim Glashüttenbetriebe zu Tscheitsch« ꝛc. Wien 1856.

Digitized by Google

Der Ofen von Schinz (ein Tafelglasofen mit angebautem Streckofen) welcher in Fig. 3 in einem verticalen Querdurchschnitte und in Fig. 4a in einem verticalen Längsdurchschnitte durch die Mitte des mittleren Hafens nach Schinz's Werk, »die Wärmemeßkunst«, dargestellt ist, hat bei *CC* einen Gasgenerator für Holz, Torf oder gute Braunkohlen. *DD* ist ein »Reinigungskanal« für die Gase zum Absetzen der Flugasche, *e* ein Rohr zum Einblasen von heißer Luft; *EE* die Bank. Neben der Bank sind Vertiefungen *g*, welche ausgeflossenes Glas nach dem Kanal *FF* leiten. Auf der Bank stehen nur drei Häfen, *aaa*, für welche 6 Arbeitsöffnungen *ii*, Fig. 3, im Gewölbe angebracht sind. Die durch diese austretende Flamme steigt durch die Kanäle *KK* in den Raum *LL*, welcher einen Luftwärme-Apparat enthält. Dieser besteht aus einer großen, gußeisernen ovalen Röhre *M*, in welche die Luft durch eine kleine Röhre *nn*, Fig. 4a, so eingeblasen wird, daß sie am Ende gegen den Generator strömt, dann in der ovalen Röhre zurückgehen muß, um am entgegengesetzten Ende in die Röhre *oo* zu gelangen, von wo sie nach *c* geht, welches am untern Theile durchbrochen ist, wie Fig. 4b zeigt. Durch *oo* geht eine Stange, welche durch ihre Ausdehnung oder Zusammenziehung einen Regulator *PP* in Thätigkeit setzt, der seinerseits auf ein Ventil wirkt und durch dieses die zuströmende Luftmenge regulirt. Die Röhre *qq* ist die Hauptwindleitung, welche von einem Ventilator kommt und sowohl nach dem Gasgenerator als nach dem Lufterwär-

Fig. 3.

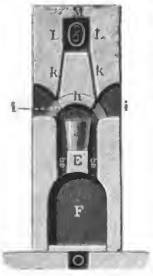
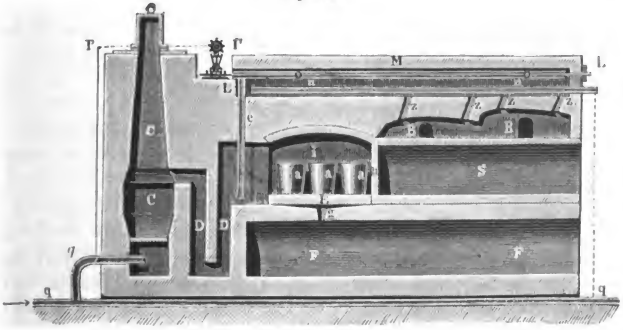


Fig. 4a.

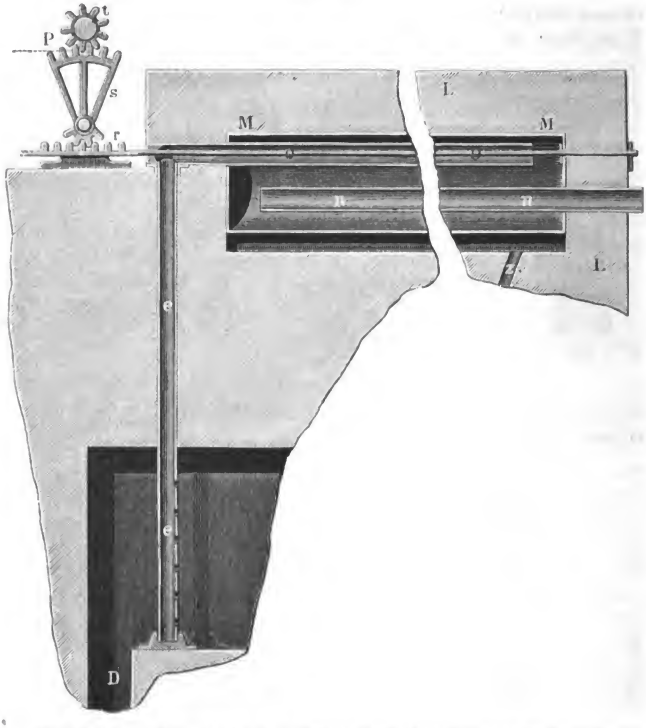


mungsapparate führt. Unter dem Streckofen *BB* ist ein Raum *S*, welcher zum Anwärmen der Häfen dienen kann. Der Deutlichkeit wegen ist der Regulator in Fig. 4b (s. f. S.) besonders abgebildet. Hieraus ersieht man, daß die durch *o* gehende Stange *r* an ihrem hintern Ende verankert, also unbeweglich ist. Soweit sie im Rohre *o* liegt, ist sie von Kupfer und an ihrer Austrittsstelle bei *r* so genau eingedreht, daß keine Luft neben ihr entweichen kann. Wird sie nun durch höhere oder niedrigere Temperatur ausgedehnt oder verkürzt, so theilt sich die

Digitized by Google

Bewegung den Theilen *r, s, t* und dadurch einer Welle, auf welcher *t* befestigt ist, mit. Letztere trägt zugleich einen kreissegmentartigen Daumen, welcher die Bewegung auf das in der Hauptwindleitung befindliche Ventil fortsetzt.

Fig. 4b.



Den bis jetzt besprochenen und bereits angewendeten Brennmaterialien fügen wir noch ein anderes hinzu, welches zwar bis jetzt noch nicht allgemein benutzt wird, dessen Anwendbarkeit uns aber nicht zweifelhaft erscheint, wir meinen die Kohks. Wenn diese nämlich auf einem Heerde, in welchen die Luft nur von unten eintreten kann, in etwa 12" hoher Schicht verbrannt werden, so erhält man eine lange und reine Kohlenoxydflamme, welche in der That schon seit längerer Zeit zur Heizung der Gasretorten mit vollständigem Erfolge benutzt wird. Die Anwendbarkeit der Kohks unterliegt um so weniger einem Zweifel, als Pellat und Green in London bereits seit langer Zeit ein Gemisch von 9 Thln. Kohks und 1 Thl. Steinkohlenklein verwenden, und Chance einen Glasofen auf Anthracitfeuerung mit Erfolg eingerichtet hat.

Digitized by Google

Nachdem wir die Temperatur der Schmelzöfen und die Leistungsfähigkeit der Brennstoffe betrachtet haben, bleibt noch anzuführen, wie groß der Brennmaterialverbrauch, bezogen auf die Menge des geschmolzenen Glases, in der Praxis wirklich ist, und wie groß er nach theoretischen Voraussetzungen sein sollte. Die der Praxis entnommenen Angaben sind außerordentlich verschieden, theils weil die Menge des Brennmaterials so gut als die Menge des damit geschmolzenen Glases nur ganz oberflächlich beobachtet werden, theils weil der Brennmaterialverbrauch nothwendigerweise veränderlich sein muß nach der Zusammensetzung des Glases, nach der Construction des Ofens und der Zusammensetzung des Brennmaterials selbst.

Der praktische Brennmaterialverbrauch. Nach amtlichen Angaben[1]) sind im Jahre 1856 in Oesterreich 560220 Centner Glas in den Handel gebracht und dazu 365000 Klafter dreißigzölliges Holz à 90 Kubikfuß verbraucht worden. Der Kubikfuß Holz in gröberen Scheiten wiegt nach Schinz (mit Berücksichtigung der Zwischenräume) 20,4 Pfund. Der Einfachheit wegen nehmen wir nur 20 Pfund an und erhalten sonach das Gewicht einer Klafter zu 1800 Pfund und folglich das von 365000 Klaftern zu 657 Millionen Pfund. Auf ein Theil fertiges oder verkäufliches Glas sind sonach verbraucht worden sehr nahe 12 Theile Holz. — Eine böhmische Tafelglashütte producirte in einem Jahre 6600 Centner Tafelglas mit einem Verbrauch von 3400 Klaftern Holz; das Verhältniß stellt sich sonach wie 1 : 9,3. — Eine andere ebenfalls böhmische Tafelglashütte verbrauchte 2200 Klafter Holz und erzeugte 5400 Centner Tafelglas, oder 1 Glas mit 7,3 Holz. Nach dem, was wir beim Ofenbau anzuführen haben werden, berechnet sich aus einem in Böhmen als Regel angesehenen Verbrauche das Verhältniß von 1 : 8,8. Dieselbe Regel haben wir auch auf dem Thüringer Walde gangbar gefunden.

Daß die amtlichen Angaben ein so bedeutend größeres Verhältniß ergeben, erklärt sich theilweise dadurch, daß das Gewicht einer Klafter Holz in verschiedenen Landestheilen nicht gleich groß und unter dem gesammten Holzverbrauch auch alles dasjenige inbegriffen ist, welches zum Brennen der Häfen, Steine u. s. w. verwendet wurde[2]). Noch abweichender sind aber die Angaben von Schinz, welcher a. a. O. sagt, er habe den bisherigen, auf 1 Theil verarbeitetes Glas 1,8 bis sogar 4 betragenden Holzverbrauch (»je nach der mehr oder weniger großen Vollkommenheit bisheriger Glasöfen«) durch Anwendung der Gasfeuerung auf 0,67 reducirt. Nach seinen Angaben steht aber der annähernde Werth des Holzes und der Steinkohlen im Verhältnisse von 4182 : 7710 (d. i. nahezu 1 : 2), des Holzes und der Braunkohlen dagegen im Verhältniß von 4182 : 5598 (annähernd 2 : 3). Anstatt 1,8 Holz müßte man folglich brauchen 0,9 Steinkohlen und 1,2 Braunkohlen; anstatt 4 Holz 2 Steinkohlen und $2^2/_3$ Braunkohlen; und anstatt 0,67 Holz gar nur 0,34 Steinkohlen und 0,44 Braun-

[1]) »Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik von der Direction der administrativen Statistik im k. k. Handelsministerium.«

[2]) Auch findet bei vielen Artikeln durch Absprengen der Lappen und den Schliff ein sehr bedeutender Gewichtsabgang an Glas statt, der in diesen Angaben nicht enthalten ist.

Digitized by Google

kohlen. Nach allgemeinen Angaben sind auf 1 Thl. bleifreies Glas 3 Thle. Steinkohlen und 10 Thle. lufttrockene Braunkohlen erforderlich. Eine uns bekannte Fabrik producirte in einem neugebauten Tafelglasofen zu 10 Häfen à 7 Centner in 5 Schmelzen 21531 Pfund fertiges Glas mit einem Aufwande von 88900 Pfund Kohle, was nahezu 4 Theile Kohle auf 1 Theil Glas beträgt. Die nämliche Fabrik verbrauchte in einem gleichfalls neuen Grünglasofen auf 4800 Pfund Glas, zu Flaschen verarbeitet, 12400 Pfund, also auf 1 Glas 2,6 Steinkohlen. Dieses günstige Verhältniß ist, was wir ausdrücklich zur Unterstützung unserer frühern Ansicht hervorheben wollen, dadurch erzielt worden, daß man das Fritten des Satzes eingeführt hat. Vordem wurden auch in dem Grünglasofen auf 1 Glas 4 Kohlen verbraucht.

Daß zum Schmelzen des Bleiglases im Allgemeinen geringere Mengen von Brennmaterial erfordert werden, bedarf kaum besonderer Erwähnung. Nach Pellat ist das Verhältniß in seinem Ofen = 1 Glas : 2 bis $2^1/_2$ Steinkohlen. In belgischen Hütten rechnet man $1^1/_2$ bis 2 Kohlen auf 1 Glas.

Die theoretisch nothwendige Brennmaterialmenge zu erfahren würde nicht schwierig sein, wenn man es nur mit dem Glase allein zu thun hätte. Man würde nur zu berechnen haben, wie viel Wärmeeinheiten erforderlich sind, um das Glas auf die Temperatur des Schmelzofens, welche wir zu 1500° C. angenommen haben, zu erhitzen. Die specifische Wärme des Glases ist 0,1777, folglich 1500 . 0,1777 = 266,5. Da 1 Pfund Holz bei »intensiver« Heizung 2492 Wärmeeinheiten producirt, so würde es kaum mehr als $^1/_{10}$ Pfund Holz bedürfen, um 1 Pfund Glas zu schmelzen, sofern dies möglich wäre, ohne Wärme zu verlieren und ohne etwas Anderes als nur das Glas erhitzen zu müssen. Je höher aber die Temperatur, um so größer ist der Wärmeverlust durch Transmission und Strahlung, sowie durch die Verbrennungsgase selbst, welche aus dem Schmelzofen mit einer Temperatur von mindestens 800° C. entweichen. Bei unvollständiger oder »intensiver« Verbrennung bildet sich aus 1 Pfund wasserleerem Holze 0,5755 Kohlenoxyd, 0,9035 Kohlensäure, nebenbei 3,489 Stickstoff, deren Wärme-Capacität in Summa 1,4961 beträgt, welche mit 800 multiplicirt 1196,8 Wärmeeinheiten ergiebt. Da die gesammte Wärmeproduction 2492 bei dieser Art der Verbrennung beträgt, so werden wir der Wahrheit gewiß sehr nahe kommen, wenn wir den Wärmeverlust durch die entweichenden Gase mit der Hälfte der producirten Wärmemenge in Ansatz bringen.

Außer dem Glase werden aber auch die Häfen und die Substanz des Ofens erhitzt. Ein Ofen, in welchem 10 Häfen à 6 bis 7 Centner Glas stehen, erforderte zur Erbauung 714 Centner lufttrockene Steine, die Häfen wogen nahezu eben so viel als das Glas, was sie faßten. Man kann hiernach annehmen, daß auf 1 Theil Glas 10 Theile Hafen- und Ofenmaterial erhitzt werden müssen [1]). Setzt man deren Wärmecapacität nur gleich der des Glases selbst, so werden hierdurch 10 × 266,5 = 2665 Wärmeeinheiten in Anspruch genommen. Wir

[1]) Wir glauben nicht zu weit zu gehen, wenn wir die ganze Ofenmasse mit in Rechnung ziehen, da sie nothwendigerweise mit erhitzt werden muß, wenn auch die äußeren Schichten in Folge der Wärmeableitung nicht zum Glühen kommen.

Digitized by Google

haben demnach $11 \times 266{,}5 = 2931{,}5$ Wärmeeinheiten nöthig. Da hiervon die Hälfte durch die entweichenden Gase verloren geht, so brauchen wir die doppelte Menge, nämlich 5863 Wärmeeinheiten, entsprechend 2,35 Pfund Holz im wasserfreien Zustande. Rechnen wir hierzu noch die Verluste durch Strahlung und Leitung, so werden wir nicht zu viel sagen, wenn wir schließlich annehmen, daß zum Schmelzen von 1 Pfund Glas 3 Pfund wasserleeres Holz nothwendig erfordert werden, obgleich wir nicht übersehen, daß das einmal angeheizte Ofenmaterial nicht bei jeder neuen Schmelze so viel Wärme bedarf, als wir dafür in Rechnung gebracht haben.

Daß, um 1 Pfund geschmolzenes Glas zu erhalten, eine durchschnittlich um 25 Proc. größere Menge Satz erhitzt werden muß, fällt zu wenig in's Gewicht, um berücksichtigt zu werden. Dagegen erfordert die Verarbeitung des geschmolzenen Glases eine Wärmemenge, welche zwar nicht bei allen Glassorten gleich groß ist, im Durchschnitt aber $^1/_4$ von der zum Schmelzen erforderlichen beträgt. Um daher unsere theoretische Zahl mit den praktischen Angaben, welche sich auf zum Verkaufe fertiges Glas beziehen, vergleichbar zu machen, müssen wir derselben nicht bloß $^1/_4$ hinzu addiren, wir müssen sogar einen weiteren Zuschlag aus dem Grunde machen, weil bei der Arbeit nicht alles im Hafen befindliche Glas ausgearbeitet werden kann. Wir nehmen daher schließlich als die für 1 Pfund fertiges Glas nöthige Menge Brennstoff an

von Holz (wasserfrei)	4 Pfund,
» Braunkohlen (wasserfrei) $2^2/_3$ (feucht) . .	4 »
» Steinkohlen	2 »

Da beim Beginn der Arbeit das Glas schon geschmolzen ist, so repräsentirt das während derselben aufgewendete Brennmaterial die Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Glas im geschmolzenen Zustande zu erhalten, d. h. den stattfindenden Wärmeverlust zu ersetzen. Dauert nun die Schmelzung gewöhnlich doppelt so lange als die Arbeit, so ist auch der dabei stattfindende Wärmeverlust doppelt so groß. In Wirklichkeit wird er sogar noch größer sein müssen, da die Temperatur während des Schmelzens höher ist als während der Arbeit; dagegen ist beim Arbeiten die Abkühlung bedeutender, was sich wohl ausgleicht. Der Brennstoffverbrauch während der Arbeit kann also ebenfalls dazu dienen, um den Wärmeverlust, den wir auf einem ganz anderen Wege zu ermitteln bemüht waren, annähernd festzustellen, und man gelangt in der That dabei sehr nahe zu denselben Resultaten. Man braucht z. B. durchschnittlich 2 Klafter Holz, um 2800 Pfund geschmolzenes Glas auszuarbeiten, folglich 4 Klafter, um den Wärmeverlust beim Schmelzen desselben zu decken. Zum Schmelzen dieser Glasmenge bedarf man aber durchschnittlich 8 Klafter, es bleiben demnach 4 Klafter = 7200 Pfund, oder auf 1 Glas 2,6 Holz, als zum Schmelzen erforderlich. Bei Steinkohlenfeuerung scheint der Aufwand an Brennmaterial für die Arbeit nicht so groß zu sein, wie bei Holzfeuerung, was aus den folgenden Beispielen hervorgeht. In einem Falle wurden 71000 Pfund Kohlen zum Schmelzen und 12400 Pfund zur Arbeit, in einem anderen 10800 Pfund zum Schmelzen und 1600 Pfund zur Arbeit; zu letzterer also in beiden Fällen annähernd $^1/_6$ von

Digitized by Google

der zum Schmelzen verbrannten Menge verbraucht. Im ersten Falle ist nach unserer allgemeinen Annahme über die Dauer der Schmelz- und Arbeitszeit der Wärmeverlust = 24800 Pfund Kohlen und es bleiben 46200 Pfund, welche zum Schmelzen von 21531 Pfund nothwendig waren. Das Verhältniß ist sonach = 1 : 2. Im zweiten Falle, wo der Satz gefrittet worden war, hatte die Schmelzung 20 Stunden, die Arbeit 11 Stunden gedauert. Der Wärmeverlust berechnet sich hieraus zu 2909 Pfund Kohlen und es bleiben 7891 Pfund, womit 4800 Pfund Glas geschmolzen wurden, was ein Verhältniß von 1 : 1,6 ergiebt.

Ist der durchschnittliche praktische Verbrauch der Steinkohlen = 3 Pfund für 1 Pfund Glas, so würde der geringste Brennstoffverlust bei Anwendung der Steinkohlen stattfinden, während er bei Holz und Braunkohlen am größten ist. Der Grund dieser Erscheinung liegt unseres Dafürhaltens in dem geringern pyrometrischen Effecte des Holzes und der Braunkohlen. Dadurch wird aber die Transmission der Wärme erschwert, folglich die Schmelzzeit verlängert und mit ihr der Brennstoffaufwand vergrößert.

Unsere theoretisch bestimmte Zahl für den Brennmaterialverbrauch ist aus mehreren Beträgen zusammengesetzt, von denen der zum Schmelzen des Glases selbst erforderliche der geringste ist. Am größten sind die durch die Gase fortgeführten und zum Erwärmen des Hafen- und Ofenmaterials erforderlichen Wärmemengen. Wir haben zwar beide als constante Größen aufgeführt, dies ist jedoch in der That nur für die Gase, nicht aber für Hafen- und Ofenmaterial richtig. Die Menge des letzteren ist sicherlich bei kleinen Häfen und kleinen Oefen nicht in demselben Verhältnisse kleiner, als in ihnen weniger Glas geschmolzen wird. Wir sind im Stande auch hierfür ein Beispiel aus der Praxis anzuführen. Ein Ofen nämlich für 48 Centner Glas bedurfte zur Erbauung 657 Centner Ofenmaterial, wonach ungefähr 15 Hafen- und Ofenmaterial auf 1 Glas kommen, während, wie wir oben angeführt haben, in dem Ofen zu 60 bis 70 Centner Glas dieses Verhältniß = 10 : 1 war. Daraus folgt aber, daß der Wärmeverlust in kleinen Oefen größer sein muß, als in großen; für die Praxis ergiebt sich die Regel, möglichst viel Glas im möglichst kleinen Raum zu schmelzen. Nicht sowohl, weil die Erhitzung eines größeren Hohlraumes einen bedeutend größeren Wärmeaufwand erfordert, sondern weil durch Verkleinerung desselben die Ofenmasse und die ableitende Oberfläche im Verhältniß zur Glasmasse geringer wird. Am vollständigsten würde sich ohne Zweifel dieser Regel nachkommen lassen, wenn man die Häfen ganz entbehren und in Flammenöfen schmelzen könnte, was allerdings bis jetzt noch zu großen praktischen Schwierigkeiten unterliegt. Der Wärmeverlust durch die entweichenden Gase kann offenbar vermindert werden, wenn man diese den Zwecken der Fabrikation noch dienstbar macht, ehe sie entweichen.

Wir wollen hier nur von zwei Verwendungen sprechen, nämlich von der zum Kühlen und zum Fritten. Beide Verwendungen lassen sich, nach unserm Dafürhalten, vereinigen, wenn man an den Schmelzofen zwei Nebenöfen anbaut und mit einer gemeinschaftlichen Esse verbindet. Wir denken uns nun, daß während des Schmelzens der zum Kühlofen führende Fuchs geschlossen wird, die Gase also durch den Frittofen streichen, während beim Arbeiten das Umgekehrte statt-

Digitized by Google

findet. Wir wissen zwar wohl, daß man in neuerer Zeit die Nebenöfen, wie auch das Fritten aufgegeben hat. Die Vortheile einer solchen Einrichtung glauben wir aber sowohl vom theoretischen Standpunkte, wie durch das angeführte praktische Beispiel hinreichend dargethan zu haben.

B. Von dem Hafen- und Ofenmateriale.

Alle Zweige der Pyrotechnik werden von Verlusten und Hemmungen im 23
Betriebe durch den Mangel eines wirklich feuerfesten Materials stark betroffen. Bei der Glasfabrikation ist dies aber in besonders hohem Grade aus dem Grunde der Fall, weil nicht bloß die Hitze, denen das Ofen- und Hafenmaterial ausgesetzt wird, eine sehr bedeutende ist, sondern auch die Alkalien durch die directe Einwirkung an der Zerstörung desselben thätig sind. Die Auswahl der praktisch anwendbaren feuerfesten Materialien beschränkt sich auf den Quarz (Kieselerde, Sandstein, Sand) und den Thon (kieselsaure Thonerde). Beide büßen an ihrer Feuerfestigkeit ein durch Beimischungen von basischen Körpern (z. B. Kali, Natron, Kalk, Eisenoxyd oder Oxydul, Bleioxyd). Am nachtheiligsten wirken diese Stoffe auf den reinen Quarz und um so nachtheiliger auf den Thon, je mehr Kieselerde, sei sie gebunden oder nur damit gemengt, derselbe enthält. Da nun bei der Glasfabrikation die Häfen allenthalben, die Oefen (durch Verflüchtigung) vorzugsweise im Gewölbe (durch Auslaufen auch an den Bänken), mit Alkali in Berührung kommen, so folgt daraus von selbst, daß man für Häfen und Gewölbe (Bänke) einen nicht bloß von Hause aus von den genannten Beimengungen freien, sondern auch möglichst wenig Kieselerde haltenden Thon verwenden müsse. Ob ein Thon die hier bezeichnete Beschaffenheit habe, weist am sichersten die chemische Analyse nach. Dagegen kann in solchen Fällen, wo das Material nicht mit basischen Körpern in Berührung kommt, also nur der Einwirkung der Hitze zu widerstehen hat, ein Thon, welcher geringe Beimengungen von basischen Körpern enthält, dadurch verbessert werden, daß man ihm reinen Quarz beimischt, weil dadurch die Schmelzbarkeit eines solchen Thones vermindert wird.

Gute Häfen sind in der Glasfabrikation ein so wichtiger Factor, daß auf ihre Herstellung nicht zu viel Sorgfalt verwendet werden kann, und daß viele Fabrikanten den Thon zu ihren Schmelzgefäßen aus weiter Ferne und mit großen Kosten beziehen, während sie einen in der nächsten Nähe vorkommenden, weit billigeren, aber weniger guten, nicht dazu verwenden.

Reinigung des Thones. Nicht selten ist ein an und für sich sehr brauchbarer Thon mechanisch gemengt mit Stoffen, z. B. Schwefelkies, Kalk u. dgl., welche, wenn sie nicht sorgfältig entfernt werden, seine Feuerfestigkeit beeinträchtigen. Um diese zu beseitigen ist es nöthig, ihn reinigen zu lassen. Zu dem Ende wird er mit Hülfe eines scharfen Hammers in möglichst kleine Stücke zerschlagen und dabei alles Fremdartige ausgesondert, er wird »ausgelesen«. Wenn jedoch die Beimengungen so fein zertheilt sind, daß das Auslesen ohne Erfolg sein würde, ist es nöthig, den Thon zu »schlemmen«, oder, wenn dies zu große Kosten verursachen würde, ihn lieber gar nicht zu verwenden.

Digitized by Google

Nothwendiger Zusatz von Cement. Ein allen Anforderungen entsprechendes Hafen- oder Ofenmaterial soll nicht bloß feuerfest sein, es darf auch in der Hitze des Glasofens nicht reißen, wodurch directer Verlust durch Auslaufen und indirecter durch Zerstörung der Ofenmauer und Unterbrechung der Arbeit entstehen würde. Die größte Sorgfalt ist daher auf die Zusammensetzung der Hafen- und Ofenmasse, die Entfernung aller Luft aus dem Innern derselben beim Formen und das Austrocknen zu verwenden, drei Momente, die vom wesentlichsten Einflusse auf das Reißen sind, weil in den beiden zuletzt genannten Fällen Luft und Wasserdampf entweichen, wenn der Hafen im Feuer steht. Inwiefern die Zusammensetzung der Masse dabei von Einfluß ist, wird sogleich klar werden.

Das Reißen in der Hitze rührt nämlich, wie bekannt, bei Gegenständen aus feuerfestem Thone von der Zusammenziehung her, welche der Thon in der Hitze erleidet, dem sogenannten »Schwinden«. Abgesehen von dem verschiedenen Betrage des Schwindens bei verschiedenen Thonarten, muß die Wirkung desselben nothwendigerweise um so merklicher sein, je größer die schwindende Thonmasse überhaupt, und je verschiedener diese an einem Gegenstande vertheilt ist. Die dickeren Stellen werden im letzteren Falle dem Zerreißen einen größern Widerstand entgegensetzen und die dünneren sich also von ihnen trennen, wodurch an diesen Stellen Risse gebildet werden, deren Größe im Verhältniß zur ganzen Volumenverminderung stehen muß. — Ist die Thonmasse ganz gleichförmig vertheilt, so werden zwar die Risse nicht an einer oder nur einigen wenigen Stellen entstehen, sondern in größerer Anzahl an verschiedenen Stellen auftreten, nichts desto weniger aber immer noch groß genug sein, um den Zusammenhang der Masse an den betreffenden Stellen aufzuheben. Denkt man sich aber die gesammte Thonmasse in eine große Zahl von kleineren Massen durch Dazwischenlagerung eines in der Hitze gänzlich oder nahezu unveränderlichen Körpers vertheilt, so fällt es nicht schwer, einzusehen, daß alsdann zwar in Summa die gleiche Volumenveränderung, oder mit anderen Worten die gleiche Rißweite unter gleichen Bedingungen eintreten wird, daß letztere aber sich auf eine sehr große Zahl einzelner kleiner, in den verschiedensten Richtungen sich bewegender Rißchen vertheilen muß, wie die Thonmasse selbst vertheilt ist. Der Zusammenhang der ganzen Masse wird dadurch an keiner Stelle vollkommen aufgehoben werden.

Einen analogen Fall, wie er beim Brennen des Thones vorkommt, bietet der Luftmörtel beim Eintrocknen dar, und hier hat man, seitdem der Mörtel überhaupt benutzt wird, den Kalk mit Sand vermischt, um das Zerreißen zu verhindern. Bei den feuerfesten Thonwaaren kann man sich gleichfalls des Sandes zu den Theilen des Ofens bedienen, welche nicht mit den Alkalien in Berührung kommen. Am besten benutzt man jedoch scharf gebrannten Thon oder die von allem Glase sorgfältig befreiten Scherben von zerbrochenen Häfen, die den höchsten Feuersgrad schon ausgehalten haben. Diese Zusätze nennt man »Cement« (Ciment, Cement) oder »Charmotte«.

Die zuzusetzende Menge von Charmotte wird bestimmt durch die Plasticität und das Schwindmaß des Thones, sowie den Feuersgrad, dem der Gegenstand

Digitized by Google

ausgesetzt werden soll, und findet ihre Gränze in dem Umstande, daß der gebrannte Gegenstand bei einem größeren Zusatze anfängt porös zu werden.

Da weder gebrannter Thon noch Sand plastisch sind, d. h. das Wasser, wie der rohe Thon, zu binden vermögen, so ist es natürlich, daß sie die Plasticität des Thones vermindern und folglich klar, daß ein Thon mit einem um so größeren Zusatz von Charmotte noch hinreichende Bildsamkeit besitzt, je plastischer er von Hause aus war. Andererseits leuchtet ein, daß unter übrigens gleichen Umständen einem Thone um so mehr Charmotte zugesetzt werden muß, je bedeutender er in der Hitze schwindet, oder je höher der Feuersgrad ist, den der fertige Gegenstand auszuhalten hat. Aus dem Allem folgt aber, daß man in Glasfabriken darauf zu sehen hat, einen möglichst plastischen feuerfesten Thon sich zu verschaffen.

Die Prüfung des Thones auf seinen Plasticitätsgrad kann nur eine rein technische sein und wird am besten auf die Weise vorgenommen, daß man die Wasser bindende Kraft durch die Wassermenge bestimmt, welche der vollkommen lufttrockene Thon aufzunehmen im Stande ist; die erstere kann als proportional der letzteren angesehen werden. Will man diese Probe mit der größten Genauigkeit anstellen, so verfährt man am besten auf folgende Weise: Man trocknet zuerst eine gewisse Menge des zu prüfenden Thones über Schwefelsäure mehrere Tage, überhaupt so lange, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfindet, aus, wägt nun von diesem trocknen Thon 25 bis 30 Grammen ab, bringt diese in ein tarirtes Becherglas und übergießt sie mit destillirtem Wasser. Das Wasser läßt man 12 Stunden darauf stehen, gießt dann den vom Thon nicht aufgenommenen Antheil sorgfältig ab; stellt das Glas hierauf eine Stunde über Schwefelsäure und wiegt.

Für die Beurtheilung des Plasticitätsgrades kann auch der Zusammenhang der Theile in einer mit Wasser zum Teig angerührten Thonmasse benutzt werden. Man formt zu dem Ende Stäbe von beliebigen (aber bei allen Versuchen gleichen) Dimensionen und läßt diese zuerst an der Luft langsam vollständig und schließlich bei 20 bis 25° C. austrocknen. Einen so vorbereiteten Stab legt man horizontal über zwei in einem beliebigen, (aber bei allen Versuchen gleichen) Abstande von einander befestigte Latten und beschwert ihn in der Mitte nach und nach so stark, bis er bricht. Dies kann auf die Weise geschehen, daß man eine ganz leichte Wagschale an dieser Stelle befestigt und auf diese nach und nach Gewichte auflegt.

Diese Versuche können nur durch Vergleichung verschiedener Thonarten zu einem einigermaßen sichern Schlusse führen, und müssen in der Regel nur dann erst angestellt werden, nachdem man über die Feuerfestigkeit in's Klare gekommen ist. Die Prüfung auf Feuerfestigkeit läßt sich zwar durch eine technische Probe allein ebenfalls vornehmen, doch ist dafür, wie schon früher bemerkt, die chemische Analyse vorzuziehen. Wünschenswerth würde es sein, daß die chemische Analyse neben der technischen Prüfung vorgenommen und der Einfluß festgestellt würde, welche verschiedene Beimengungen von Eisen, Kalk und Alkalien auf die Feuerfestigkeit ausüben. Dergleichen Versuche sind zwar bezüglich ihrer Resultate noch mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, da es bis jetzt noch kein bequem anwendbares und untrügliche Angaben machendes Pyrometer giebt, mittelst dessen hohe Temperaturen bestimmt werden können, wenn indessen verschiedene Proben bei

Digitized by Google

derſelben, empiriſch bekannten Temperatur behandelt werden, ſo läßt ſich aus dem Erfolge wenigſtens ein relatives Urtheil erlangen.

Die Charmotte beſteht, wie ſchon früher bemerkt, entweder aus gebranntem Thon oder Thonſcherben, oder einem Gemenge von beiden, oder auch aus reinem Quarzſand. Da letzterer jedoch leichter als der Thon von den Flußmitteln angegriffen wird, ſo muß man ihn, wie früher erwähnt wurde, nicht für die Häfen, ſondern nur für die Ofenſteine anwenden, die der Einwirkung der Alkalien weniger ausgeſetzt ſind.

Der Thon wird, um ihn in Charmotte zu verwandeln, in kleinen Stücken ſcharf ausgeglüht und ſpäter gepulvert. Da er aber hierbei nicht ſo ſtark erhitzt werden kann, wie ſpäter der fertige Gegenſtand im Glasofen, ſo tritt auch der ganze Betrag des Schwindens nicht ein. Der gebrannte Thon kann daher nie vollen Erſatz für die Thonſcherben bieten, und wird deshalb, wo er allein als Zuſatz zum friſchen Thon verwendet wird, mindeſtens in größerer Menge beigemiſcht. Er hat jedoch den Vortheil, daß er ſich beſſer verarbeiten läßt, als Thonſcherben, indem er die Plaſticität des rohen Thons nicht in gleichem Grade wie letztere vermindert.

Die Thonſcherben werden in hinreichender Menge von den unbrauchbar gewordenen Häfen geliefert. Dieſe müſſen jedoch, nachdem ſie in Stücke zerſchlagen ſind, auf das Sorgfältigſte von allem anhängenden Glaſe befreit werden. Nach dem Reinigen werden ſie dann, wie der Thon, gepulvert.

Die Zubereitung der Maſſe begreift das Miſchungsverhältniß von Thon und Charmotte, die innige Mengung beider, und die Waſſermenge, welche nöthig iſt, um einen Teig von der erforderlichen Steifigkeit zu bilden.

Das Verhältniß, in welchem Thon und Charmotte angewendet werden, weicht nach der Beſchaffenheit des Thones, wie ſchon früher auseinandergeſetzt wurde, etwas ab, ſo daß eine für alle Fälle vollkommen entſprechende Angabe nicht gemacht werden kann. Als Anhaltspunkt kann aber das Verhältniß von 1 Theil rohem Thon auf $1\frac{1}{2}$ gebrannten und $\frac{1}{2}$ Thonſcherben, oder gleichen Theilen von jedem dieſer Stoffe dienen, was für einen Thon von guter plaſtiſcher Beſchaffenheit, einen »fetten Thon«, richtig iſt. Doch kommen in dieſer Beziehung in verſchiedenen Fabriken große Verſchiedenheiten vor, beſonders wendet man gern mehrere Sorten Thon an, weil man dadurch die Maſſe verbeſſern zu können glaubt. Wir laſſen beiſpielsweiſe Vorſchriften folgen, wie ſie in einer uns bekannten Fabrik befolgt werden:

1. Maſſe zu Ofenſteinen (»Sandſteine«):
   15 Quarzſand,
   6 roher Thon
   oder:
   3 Sand,
   1 gebrannter Thon.
2. Maſſe zu Häfen:
   9 gebrannter Thon,
   4 Hafenſcherben,
   4 fetter Thon,
   $7\frac{1}{2}$ magerer Thon

Digitized by Google

oder:

10 gebrannter Thon,
4 Hafenscherben,
4 fetter Thon,
7 magerer Thon.

3. Masse zu Ofensteinen (»Thonsteine«):

2 roher Thon,
1 Scherben.

4. Masse zu Streckplatten (»Streckſteine, Lager«):

12 Hafenscherben,
11 magerer Thon.

Die Mengung der feingepulverten und gesiebten Stoffe wird zuerst trocken in einem hölzernen Kasten, oder in einer Grube, vorgenommen. Da sie aber von der größten Wichtigkeit ist und auf diese Weise nicht vollkommen innig ausgeführt werden kann, so erscheint die Mengung in einer Trommel, wie früher bei dem Glassatze angegeben wurde, zweckmäßiger.

Das Verhältniß der Wassermenge muß von der Art sein, daß der Thonteig einen genügenden Grad von Steifigkeit erlangt, um bei der Formung der Häfen nicht in sich zusammenzusinken. Um dies zu ermitteln, läßt man gewöhnlich eine 8 Loth schwere Bleikugel aus einer gewissen Höhe auf den Thonteig herabfallen und beobachtet, wie tief dieselbe in letzteren eindringt. Für die Hafenmasse, wenn die Häfen aus freier Hand geformt werden sollen, besitzt die Masse den erwünschten Grad von Steifigkeit, wenn die Kugel, 30 bis 40 Zoll (71 bis 95 Centimeter) hoch herabfallend, um ihren eignen Durchmesser in dieselbe eindringt. Werden jedoch die Häfen in Formen gemacht, so kann der Teig auch noch etwas weicher sein. Durch eine Probe im Kleinen kann man demnach die Wassermenge erfahren, welche zur Verarbeitung der ganzen Masse erfordert wird. Gewöhnlich verfährt man jedoch so, daß man das Gemenge im Kasten mit Wasser übergießt und dieses so lange damit in Berührung läßt, bis ersteres vollkommen davon durchdrungen ist. Hierauf läßt man das überschüssige Wasser ablaufen und bewirkt alsdann die innige Vermengung durch Treten mit den Füßen.

Als allgemeine Regel kann man annehmen, daß die Hafen- und Ofensteine um so dauerhafter werden, je weniger Wasser man zum Anmachen der Masse verwendet hat.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß jeder Thon an Plasticität gewinnt, wenn er feucht längere Zeit, ohne austrocknen zu können, lagert. Manche behaupten auch, daß er dann beim Brennen um so weniger reiße. Aus diesem Grunde ist es vortheilhaft, den rohen Thon in einen Keller oder eine Grube, welche gut bedeckt werden kann, einzulegen und, mit feuchtem Stroh bedeckt, mehrere Monate (je länger, desto besser) liegen zu lassen.

Ebenso erfahrungsmäßig ist es, daß die Bildsamkeit des Teiges gesteigert wird durch mechanische Bearbeitung. Unmittelbar vor dem Gebrauche wird daher in unserm Falle der Teig mit dem Draht in Platten zerschnitten, die man auf einander in den Mengkasten, oder auf eine bretterne Unterlage legt, und mit den Füßen nochmals durchtritt. Nach unserm Dafürhalten kann dies in kürzerer Zeit

Digitized by Google

und mit geringerer Mühe, wo eine Thonschneidemaschine vorhanden ist, dadurch geschehen, daß man den Teig zu wiederholten Malen durch diese hindurchgehen läßt.

C. Die Gestalt, Größe und Anfertigung der Häfen.
(Creusets, pots, glass-pots).

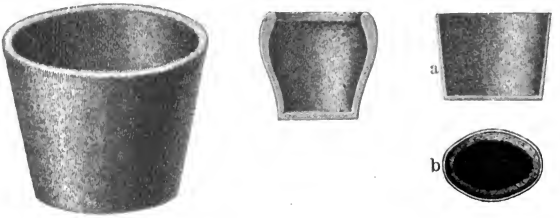
24 **Gestalt der Häfen.** Die Glashäfen sind, was ihre Gestalt anlangt, ursprünglich hervorgegangen aus den Schmelztiegeln der ältesten Chemiker und Metallarbeiter und hatten die Formen von Fig. 5 bis 9, wie sie Kunkel in seinem bekannten Werke dargestellt hat. Heutzutage ist zu der ursprünglichen Form noch eine neue hinzugekommen, so daß man zunächst offene und bedeckte Häfen zu unterscheiden hat.

Die offenen Häfen haben am gewöhnlichsten die Gestalt von Fig. 10, welche mit der alten, Fig. 7, übereinstimmt, d. h. sie sind schwach konisch, indem

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

der untere Durchmesser 4″ bis 5″ kleiner als der obere ist. Außer diesen kommen auch solche von Fig. 11, 12a. b., 13 und 14 vor.

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.



Als wesentlich bei der Gestalt der Häfen ist anzusehen, daß in einen möglichst kleinen Ofenraum eine möglichst große Zahl derselben eingesetzt werden kann, daß sie trotzdem von der Flamme möglichst vielseitig berührt werden, dabei möglichst viel Glas fassen, dem Zerbrechen am wenigsten ausgesetzt sind, und daß ihre vollständige Ausarbeitung ohne Schwierigkeit möglich ist. Aus diesen Rücksichten ist die elliptische Form 12 und die Formen 11, 13 und 14 entstanden. Eine andere minder wesentliche, immer aber praktisch nicht unwichtige

Digitized by Google

Rücksicht, liegt den Formen 11 und 13, was den Rand betrifft, zu Grunde. Der Rand ist nämlich eingezogen, oder besser gesagt, mit einem Wulste versehen, weil es dadurch leichter möglich ist, den glühenden Hafen beim Einsetzen oder Aufbrechen mit Haken zu fassen und zu rücken und weil ohnehin die Abnutzung des Hafens am Rande am stärksten ist.

Die bedeckten Häfen, Fig. 15, sind mit einer Haube, »Dom«, versehen, deren Oeffnung gegen die Arbeitsöffnung des Ofens gekehrt ist; sie sind in Eng-

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

land für das Schmelzen des Bleiglases (oder vielmehr, wie schon früher erwähnt, für das Schmelzen eines weißen Glases bei Steinkohlenfeuerung) erfunden worden.

Grösse der Häfen. Die ältesten Glashäfen mögen nicht viel größer als 25
große Schmelztiegel gewesen sein. Später kamen und sind heute noch im größten Theile von Deutschland Häfen von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Centner Capacität im Gebrauche. Auch in Amerika ist dies nach Fenn's Beschreibung [1]) früher der Fall gewesen. In England, Belgien und Frankreich hat man schon längst größere Häfen zu 300 bis 1000 Kilogramme (5 bis $8\frac{1}{3}$ Kubikfuß [2]) eingeführt und in Deutschland folgt man diesem Beispiele.

Für die Beurtheilung der zweckmäßigsten Größe der Glashäfen im Allgemeinen ist maßgebend, daß in einer gegebenen Zeit möglichst viel Glas geschmolzen und das geschmolzene Glas in einer nicht zu langen Arbeitszeit, weil außerdem die Qualität desselben sich verschlechtern würde, verarbeitet werden kann; daß der Arbeiter mit der Pfeife ohne Schwierigkeit bis auf den Boden des Hafens reichen, das Glas also möglichst vollständig ausarbeiten kann und endlich, daß beim Reißen eines Hafens nicht zu großer Verlust an Glas stattfindet. Daß letzterer bei größeren Häfen stets größer sein muß als bei kleineren, braucht nicht erwähnt zu werden. Es lassen sich aber Vorrichtungen zur Wiederauffammlung des ausgelaufenen Glases im Innern des Ofens anbringen, und bei Häfen von guter Beschaffenheit, die man überdies nach einer bestimmten Zeit, z. B. vier Wochen, auswechselt, auch wenn sie noch brauchbar erscheinen, kommt das Auslaufen des Glases nur selten vor. Vergleichende Versuche haben gelehrt, daß

[1]) Dingl. Journ. Bd. 35, S. 297.

[2]) Die Häfen zu 1000 Kilogramme werden bis jetzt nur in der Bleiglasfabrikation benutzt.

Digitized by Google

man in 8 Häfen, à 150 Pfund in 16 bis 18 Stunden 1200 Pfund, dagegen in 6 Häfen, à 700 Pfund, in 28 Stunden 4200 Pfund Glas schmelzen konnte. In den großen Häfen sind also in gleicher Zeit, d. h. in 18 Stunden 2700 Pfund Glas, folglich in gleicher Zeit mehr als das Doppelte wie in den kleineren geschmolzen worden; — und dies war noch nicht der einzige Vortheil, denn der Brennmaterialverbrauch war noch dazu in letzterm Fall um $^1/_3$ geringer, was nur eine praktische Bestätigung unserer früher durch theoretische Betrachtungen erschlossenen Resultate ist. Hierzu kommt noch, daß die obersten und untersten Glasschichten erfahrungsmäßig aus einem weniger schönen Glase bestehen sollen als die mittleren; das gute Glas also in einem großen Hafen offenbar verhältnißmäßig einen größern Theil des Ganzen ausmacht als in kleinen.

Die Zeit, welche nöthig ist, um einen Hafen auszuarbeiten, hängt bei gleicher Geschicklichkeit des Arbeiters von der Größe und Beschaffenheit der Waare ab. Als Regel kann man annehmen, daß ein Arbeiter nicht gut länger als 8 bis 12 Stunden zu arbeiten im Stande ist. Da nun in dieser Zeit offenbar eine größere Menge Glas in großen Gegenständen, z. B. Walzen zu Tafelglas, Ballons u. dgl., verarbeitet werden kann, als in kleinen, z. B. Flaschen, Bechern ꝛc., die überdies mehr Einzelarbeit erfordern, so hat man von jeher die Häfen zu den verschiedenen Arten von Waaren von verschiedener Größe gemacht, z. B. in Deutschland die Häfen für:

Weißglas zu . . . 120 bis 180 Pfund, 1 bis $1^1/_2$ Kubikfuß.
Tafelglas zu . . . 225 » 400 » 2 » $3^1/_3$ »
Geblasene Spiegel zu 400 Pfund, $3^1/_3$ Kubikfuß.

Wenn ein Hafen von einem Arbeiter (Bläser) allein ausgearbeitet wird, so nennt man die Arbeit »einmännisch«. Man stellt aber auch zwei und sogar mehrere Arbeiter an einen Hafen, und dann heißt die Arbeit »zweimännisch« ꝛc. Dadurch hat man den Vortheil, größere Häfen anwenden zu können. Die mehrmännische Arbeit im engeren Sinne, d. h. wo zwei oder mehrere Arbeiter *alle* und *dieselbe* Arbeit machen, läßt sich streng genommen nur bei kleinen Gegenständen in Anwendung bringen. Es giebt aber noch ein anderes System der mehrmännischen Arbeit, wie es besonders in Belgien und Frankreich ausgebildet worden ist, dessen Wesen darin besteht, daß ein »Fertigmacher« einen oder mehrere »Vorarbeiter« hat. Dieses läßt sich bei allen Waaren anwenden und ist das rationellste, weil die geringeren Arbeiten nur von solchen Arbeitern gemacht werden, welche auch geringeren Lohn erhalten, und die Zeit des am höchsten bezahlten Arbeiters nur für die schwierigste Arbeit in Anspruch genommen wird. Bei diesem Systeme finden der Fabrikant und die Arbeiter gleichmäßig ihre Rechnung, weil dadurch die höchste Production erreicht wird, der Fabrikationspreis sich billig stellt und dennoch der Arbeiter einen hohen Lohn erlangt.

Nach dem Allen ist nicht zweifelhaft, daß große Häfen ökonomisch vortheilhafter sind, als kleine. Auch ist der Einwand, den man früher in technischer Beziehung gegen die großen Häfen machte, daß nämlich kein so schönes Glas in

Digitized by Google

ihnen erhalten werden könne, wie in kleinen, längst als widerlegt zu betrachten. Wenn das Glas vollkommen geschmolzen und gut geläutert wird, so muß es in großen Häfen eben so schön werden wie in kleinen.

Es bleibt nur noch zu erörtern, in welcher Weise die Größe der Häfen nach den verschiedenen Dimensionen zu vertheilen und welche Wandstärke denselben zu geben ist. Hierfür gewähren die folgenden Betrachtungen Anhaltepunkte. Bei der allgemein gebräuchlichen Einrichtung der Schmelzöfen wird das Schmelzen des Satzes vorzugsweise durch die vom Ofengewölbe auf die Oberfläche der im Hafen befindlichen Masse reflectirte Wärme geschmolzen und es geht durch die Wandungen, so weit sie dem Feuer ausgesetzt sind, um so weniger Wärme in der Zeiteinheit hindurch, je dicker sie sind. Hiernach muß also der obere Durchmesser der Häfen möglichst groß, ihre Höhe aber so gering als möglich und die Wandung möglichst dünn hergestellt werden. Dies entspricht zugleich der zweiten Bedingung, der vollständigen Entleerung. Die Wände müssen jedoch jedenfalls stark genug sein, um dem Drucke der Glasmasse und den sie, beim Einsetzen z. B. treffenden Stößen von Außen widerstehen zu können. Deshalb giebt man ihnen auch nicht gern, obgleich es mit Rücksicht auf Capacität vortheilhaft sein würde, eine viereckige Gestalt, weil diese die geringste Widerstandsfähigkeit besitzt. Die Häfen dürfen auch wegen der schon angeführten ungleichen Beschaffenheit der Glasschichten nicht zu flach gemacht werden, und der untere Durchmesser muß kleiner als der obere sein, damit die Flamme die Häfen mehrseitiger umspülen und man beim Einsetzen und Aufbrechen mit Werkzeugen zwischen die einzelnen Häfen gelangen kann.

Hieraus ist nach und nach die praktische Regel entstanden, daß der obere Durchmesser des Hafens gleich seiner Höhe oder etwas größer, der untere aber bei größeren Häfen 4" bis 5" (9 bis 12 Centimeter) kleiner als der obere gemacht werden müsse. Daß ferner bei einem oberen Durchmesser von 18" bis 24" (43 bis 56 Centimeter) die Wandstärke von $1\frac{1}{2}$" (4 Centimeter) am Rande (bei Häfen mit einem Wulste ist als Rand die Stelle unmittelbar unter dem Wulste zu verstehen) auf 2" (4,7 Centimeter) bis zum Boden ansteigen und der Boden selbst 2 bis $2\frac{1}{2}$" (4,7 bis 5,9 Centimeter) dick sein müsse [1]). Bei einem oberen Durchmesser von 36" (0,85 Meter) dagegen sind diese Maße 2 bis $2\frac{1}{2}$" (4,7 bis 5,9 Centimeter) Wand- und 3 bis $3\frac{1}{2}$" (7,0 bis 8,2 Centimeter) Bodenstärke. Was man bisweilen in Schriften über diesen Gegenstand von 5" bis 6" (11,8 bis 14,1 Centimeter) Wandstärke angeführt findet, beruht entweder auf einem Irrthume, oder ist nur als nicht zweckmäßige Ausnahme zu betrachten; denn durch eine so bedeutende Wandstärke wird nicht die Dauer der Häfen, wohl aber die Schmelzzeit verlängert. Als Maximum der Wandstärke ist grundsätzlich, wie schon erwähnt, diejenige zu betrachten, welche hinreicht, dem Drucke der geschmolzenen Masse zu widerstehen.

Nach dem im Vorstehenden über die Vertheilung der Maße Angeführten würden beispielsweise die Dimensionen sein können für:

[1]) Die Durchmesser werden äußerlich genommen und die Dicke bezieht sich auf den gebrannten Hafen.

Digitized by Google

	Höhe.	Durchmesser oberer.	Durchmesser unterer.
1 Hafen à 120 Pfd.	14″	14″	12″
» 180 »	16″	16″	14″
» 225 »	18″	18″	15″
» 400 »	20″	20″	16″
» 600 »	24″	24″	20″
» 2000 »	30″	30″	25″

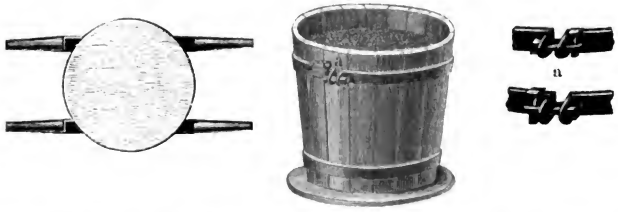
Außer den Schmelzhäfen giebt es noch eine andere Art von Häfen, welche beim Spiegelguß dazu dienen, das geläuterte Glas aufzunehmen [1]), um es dann auf die Gießtafel auszugießen; sie heißen darum auch »Gießhäfen« (Cuvettes, cisterns). Man macht sie häufig von quadratischer oder länglich-viereckiger Gestalt, wie es später bei der Fabrikation der gegossenen Spiegel ausführlich beschrieben werden wird, und nennt sie dann »Wannen«.

26 **Das Formen.** Die Schmelzhäfen werden entweder aus freier Hand oder in hölzernen Formen (moules, moulds) geformt [2]).

In beiden Fällen dient eine kreisrunde Scheibe von Holz, das »Hafenbrett«, als Unterlage, auf welcher der Hafen nicht bloß geformt, sondern auch, so lange er noch weich ist, von einem Orte zum anderen transportirt wird. Aus letzterem Grunde ist dasselbe häufig, wie Fig. 16 zeigt, auf eine Tragbahre genagelt. Man giebt den Hafenbrettern gewöhnlich einen um $\frac{1}{2}$″ (12 Centimeter) größeren Durchmesser, als der des Hafenbodens sein soll, und macht sie, um das Werfen zu verhindern, nicht gern aus allzutrockenem Holze.

Was die Formen, Fig. 17, betrifft, so werden sie aus Faßdauben gemacht, die gewöhnlich auf eiserne Reifen aufgenagelt werden, welche mit Charnier und

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.



Vorstecker, Fig. 18, oder Schrauben versehen sind, wobei zwei Scheiben vom oberen und unteren Durchmesser des Hafens als Lehre dienen. Damit die Form

---

[1]) In älterer Zeit war es überhaupt gebräuchlich, besondere Häfen zum Ueberschöpfen des in den Schmelzhäfen geschmolzenen geläuterten Glases, »Arbeitshäfen«, im Ofen zu haben.

[2]) In älterer Zeit scheint allein das Formen aus freier Hand gebräuchlich gewesen zu sein, zu dem man jetzt wieder zurückkehrt.

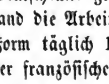
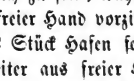
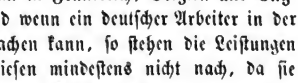
Digitized by Google

ihre Gestalt unverändert während der Arbeit beibehält, müssen die Dauben, bevor sie aufgenagelt werden, in Wasser vollständig aufquellen. Man kann aber auch die Dauben unter Benutzung der beiden Scheiben, welche in der Mitte durch einen Stab von der Höhe des Hafens verbunden sind, zusammenstellen und gewöhnliche eiserne Reifen darüber treiben.

Beide Arten der Arbeit haben ihre Freunde und ihre Gegner. Gegen die Arbeit aus freier Hand wird angeführt, daß dazu größere Geschicklichkeit gehöre und mehr Zeit erfordert werde; daß der Masse während des Formens nicht die nöthige Dichtheit gegeben; daß der Hafen nicht so gleichmäßig und wohlgeformt werden könne; daß die Masse während des Formens einen ungleichen Grad von Feuchtigkeit erlange und deshalb später ungleichförmig trockne und schwinde. Beinahe dieselben Gründe werden andererseits auch gegen die Arbeit in der Form geltend gemacht, woraus abgenommen werden kann, daß sich auf beide Arten gute Häfen herstellen lassen und Alles in der Hauptsache nur auf Gewohnheit und Geschicklichkeit der Arbeiter ankommt. Das Arbeiten mit Formen scheint nur noch in Deutschland gebräuchlich zu sein, während man in Frankreich, Belgien und England die Arbeit aus freier Hand vorzieht, und wenn ein deutscher Arbeiter in der Form täglich 1 bis 2 Stück Hafen fertig machen kann, so stehen die Leistungen der französischen Arbeiter aus freier Hand diesen mindestens nicht nach, da sie täglich eben so viel Häfen und dazu von größerem Kaliber vollenden [1]).

Worauf es beim Hafenmachen am meisten ankommt, das ist: möglichste Dichtheit der Masse durch vollständigste Entfernung aller Luftblasen, was durch Schlagen mit hölzernen Bläueln, wie sie in den Figuren 19 bis 21 dargestellt

Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

sind, oder auch mit der bloßen Hand zu bewirken ist, und möglichste Gleichförmigkeit in den Wandstärken von gleicher Dicke, sowie allmäliger Uebergang der verschiedenen Stärken in einander.

Das Formen aus freier Hand wird nach Loysel folgendermaßen ausgeführt: »Das Hafenbrett wird auf eine hölzerne Unterlage gelegt, die aus zwei kreuzweise verbundenen Klötzen bestehen kann, wie Fig. 22 *a. a.*, so daß dasselbe etwa 12 bis 15 Zoll (28 bis 35 Centimeter) über der Erde erhaben ist und der Arbeiter bequem arbeiten kann. Der Arbeiter wirft nun so viele, durch Rollen der Hafenmasse auf dem Arbeitstische zubereitete Cylinder (colombins, rolls) mit aller Anstrengung auf die Mitte des Brettes auf einander, bis ein kleiner Haufen entsteht und er nach dem

Fig. 22.

[1]) Es ist uns eine böhmische Hütte bekannt, wo der Hafenmacher in sechs Arbeitstagen durchschnittlich acht Häfen à 500 Pfund Fassungeraum in der Form fertig

Digitized by Google

Augenmaß urtheilt, daß es Thon genug sei, um daraus den Boden zu bilden. Diesen kleinen Haufen breitet er vermittelst des Stampfers, Fig. 23, aus einander und untersucht mit der Lehre, Fig. 24, ob der Boden eine gleiche Dicke habe, wobei er die überflüssige Masse vom Rande hinwegnimmt. Ist dies geschehen, so erhält der Hafenboden seine gehörige Gestalt [1]) und der Rand desselben wird mit der Hand etwas niedergedrückt, so daß rund herum eine Rinne entsteht, in welche die Cylinder eingelegt werden können, die den Anfang der Seitenwände bilden sollen. Zu dem Ende nimmt der Arbeiter einen Cylinder in die rechte Hand, legt das eine Ende desselben in die Rinne und drückt solche mit dem dritten Gelenke des Zeigefingers an. Damit aber die Masse durch diesen Druck nicht zu sehr ausweiche, so legt er die linke Hand an die innere Fläche der Seitenwand, gerade dem Orte, wo die Rechte andrückt, gegenüber, so daß diese einen Unterstützungs- oder Widerstandspunkt abgiebt. Sobald nun das Ende dieses Cylinders auf diese Weise angedrückt ist, fährt der Arbeiter mit der rechten Hand etwa $^3/_4$ Zoll (18 Millimeter) an demselben zurück, drückt von Neuem an, indem er immer die linke Hand gegenüberhält, und fährt hiermit so lange fort, bis der ganze Cylinder angedrückt ist. Nun nimmt er einen zweiten Cylinder, setzt das Ende desselben an das Ende des ersteren an, drückt ihn so, wie eben beschrieben worden, nach und nach an, und wiederholt dieselbe Operation mit neuen Cylindern so lange, bis er den ganzen Rand des Bodens besetzt hat. Darauf werden die übriggebliebenen Fugen durch kleine, nahe aneinander gesetzte, mit der Spitze des Zeigefingers gemachte Eindrücke geschlossen und die noch vorhandenen Ungleichheiten mit dem Ballen der Hand, die man etwas naß macht, eben gestrichen. Jetzt bleibt Nichts übrig, als diesen Ansatz kreisrund und von gehöriger gleichförmiger Dicke zu machen. Hierzu schneidet sich der Arbeiter 5 kleine Stäbchen, die so lang als die äußeren Durchmesser des Hafens in verschiedenen Höhen sind, und merkt an jedes Ende dieser Stäbchen mit einer Kerbe die einem jeden der Durchmesser zugehörige Dicke der Hafenwand. Legt er nun nach und nach eines der Stäbchen quer über seinen Hafen nach verschiedenen Richtungen, so beurtheilt er leicht, ob die Rundung und Dicke überall vorschriftsmäßig sind, und kann mit geringer Mühe die überflüssige Masse hinwegnehmen. Anstatt der Stäbchen kann auch die Lehre, Fig. 25, dienen. Ist nun auf diese Weise die Seitenwand angefangen und abgeglichen, so macht der

Fig. 23.

Fig. 24.

---

macht, zugleich aber auch alle vorkommenden Nebenarbeiten, mit Ausnahme der Zerkleinerung des Materials, selbst besorgt, während wir eine andere Hütte kennen, wo ein französischer Arbeiter täglich vier Häfen à 600 Pfund Fassungsraum aus freier Hand formt, dazu aber vier Hülfsarbeiter braucht.

[1]) Geübte Arbeiter bedürfen dieser Hülfsmittel ebensowenig, als der Glasbläser der Wage bedarf, um die nöthige Glasmenge an die Pfeife zu nehmen.

Digitized by Google

Arbeiter den zweiten Satz, indem er eine neue Lage von Cylindern rund herum, ebenso wie die ersten, ansetzt, die Fugen schließt, ausebnet und das Ganze nach dem Kaliberstäbchen ausgleicht. So wird fortgefahren, bis der Hafen fast seine halbe Höhe erreicht hat; dann läßt man ihn ungefähr 24 Stunden ruhig stehen, bis die Masse etwas angezogen hat, d. h. bis sie etwas getrocknet ist und so viel Steifigkeit erhalten hat, um die noch darauf zu setzende Last tragen zu können, ohne daß sie weicht, zusammenstürzt oder auch nur baucht [1]). Der Arbeiter setzt alsdann die im Vorhergehenden beschriebene Arbeit so lange fort, bis der Hafen die erforderliche Höhe hat, und richtet sich so, daß jeder neue Satz von Cylindern den Hafen immer nur um 2 bis 3″ (4,7 bis 7 Centimeter) höher macht.

Fig. 25.

Bei diesem gewöhnlichen Verfahren wird aber häufig ein großer Fehler begangen. Man wirft nämlich die Masse, die den Boden bilden soll, unmittelbar auf das Hafenbrett; dieses quillt durch die Feuchtigkeit derselben auf, zieht sich aber beim Trocknen wieder zusammen, währenddem erstere fest an dem Brette hängt. Diese sich entgegengesetzten Bewegungen müssen nothwendig Risse in dem Boden verursachen, welche leicht vermieden werden können, wenn man das Hafenbrett entweder mit grobem Packtuch oder auch mit Sand bedeckt, auf diese die Masse legt und so die unmittelbare Berührung mit dem Brette verhindert, oder mit anderen Worten die Unterlage beweglich macht. In Fig. 22 stellt *b* einen eisernen Ring vom Durchmesser des Hafenbodens und etwa $1^1/_2$″ (3,5 Centimeter) Höhe vor, welcher an einer Seite offen ist und durch einen Vorstecker geschlossen werden kann. Dieser Ring wird auf das Hafenbrett gelegt und der von ihm umschlossene Raum mit gebranntem und zerstoßenem Thone ausgefüllt. Ist der Hafen geformt, so wird der Ring hinweggenommen, die Hafenmasse kann sich nun nicht bloß ungehindert zusammenziehen, sondern auch nach unten durch den Thon hindurch austrocknen.

Bei dem Formen in der Form wird der Boden auf eben die Art, wie beim Formen aus freier Hand gefertigt, nur wird er etwas kleiner gehalten, als der Boden des Hafens auswendig werden soll, damit die Form darüber gestürzt werden kann. Nachdem der Arbeiter der Masse des Bodens eine gleiche Stärke gegeben hat, stürzt er die Form darüber, drückt den Rand mit geballter Faust rund herum nieder, so daß die Masse den Winkel, den die Form mit dem Bodenbrette macht, vollkommen ausfüllt. Hierdurch entsteht an dem inneren Umkreise der Form eine Rinne, in welche die Cylinder eingelegt und ebenso, wie oben beschrieben, angedrückt werden, womit der Anfang der Seitenwand gemacht ist. Man hängt nun die Lehre, Figur 25, in die Form, und zwar nach vielen verschiedenen Richtungen; dann werden die Ecken *bb* unten Eindrücke in der Masse hinterlassen, welche angeben (da die Lehre einen genauen Durchschnitt des inneren Raumes des Hafens vorstellt), wo davon noch zugesetzt oder ab-

[1]) Wenn die Masse möglichst trocken verarbeitet wird, ist dies nicht absolut erforderlich.

Digitized by Google

genommen werden muß, damit die Seitenwand eine gleichförmige Dicke bekommt. Bei Anfertigung dieser Art Häfen ist aber vorzüglich zu beachten, daß man den oberen Rand eines jeden Satzes der Seitenwand nie horizontal, oder, was dasselbe ist, senkrecht auf die Seitenwand der Form halte, er muß vielmehr stets eine schiefliegende Fläche bilden, damit man die Cylinder gegen diese schräge Fläche drücken und so eine vollkommene Verbindung bewirken kann, was aber in dem ersten Falle nicht wohl thunlich ist, da gegen die Form zu leicht leere Räume bleiben, welche den Hafen an dieser Stelle schwächen. Sobald ein Satz fertig ist, schlägt man ihn mit einem leichten Bläuel (denn ein schwerer würde nicht Widerstand genug in der ziemlich weichen Masse finden), wodurch die Verbindung noch genauer wird. Der Arbeiter fährt nun fort, die Sätze zu machen, bis er oben an den Rand der Form gekommen ist; hier bildet er nach Befinden die Wulst an der inneren Seite und beendigt damit die Arbeit. Da aber die Masse ziemlich fest an dem Holze der Form hängt, so können bei dem Trocknen leicht Risse entstehen; dieses vermeidet man, wenn man die innere Fläche derselben mit Stücken von nicht zu feinem und nicht zu grobem Leinentuch belegt, deren Länge eine halbe Elle größer ist, als die Höhe der Form. Man feuchtet sie vor dem Gebrauche an, damit sie sich gut anlegen und nicht weiter eingehen, biegt sie dann über dem oberen und unteren Rande der Form um, befestigt die Enden mit einigen kleinen Nägeln und giebt schließlich besonders Acht, daß das Tuch recht glatt liege und nirgends eine Falte mache. Es ist nicht gut, die Form sogleich nach Beendigung des Hafens zu öffnen; denn war die Masse bei dem Verarbeiten etwas weich, welches wegen der dann stattfindenden genaueren Verbindung sehr gut ist, so läuft man Gefahr, daß der Hafen einsinkt, oder wenigstens baucht; auch kann man die Seitenwände nicht mehr hinlänglich stark mit dem Bläuel schlagen. Besser ist es daher, den Hafen noch 4 bis 6 Tage bei trockner Witterung, 8 bis 12 Tage bei feuchter Witterung in der Form stehen zu lassen und täglich einige Male den Boden und die Seitenwand stark zu schlagen. Sobald man merkt, daß der Thon Consistenz genug erhalten hat, zieht man die Nägel, womit das Leintuch befestigt war, heraus, öffnet die Schrauben, oder zieht die Vorstecker heraus, welche die eisernen Reife zusammenhalten; so löst sich dann der Hafen ab, und nach einigen Stunden sieht man nach, ob die Masse weicht und sich bauchen will oder nicht. Im ersten Falle läßt man die Form noch einen Tag ruhig stehen, worauf man sie ganz öffnet und bei Seite stellt. Darauf zieht man ein Stück Leinentuch nach dem anderen ab, wäscht solche gleich aus und trocknet sie, damit sie nicht faulen. Sollten an der äußeren Seite des Hafens hier und da noch Fugen bemerkt werden, so deckt man diese, wie oben beschrieben, mit der Spitze des Zeigefingers zu und überfährt die ganze äußere Fläche des Hafens mit der nassen Hand, wodurch dann dieselbe sehr glatt und sauber wird, auch schneidet man häufig am Boden der Häfen eine 1" (2,3 Centimeter) tiefe Zarge ein, um beim Aufbrechen die Brecheisen bequemer ansetzen zu können.

Die soweit fertigen Häfen müssen täglich genau untersucht werden, ob sich nicht hier oder da ein Riß zeigt. So lange der Thon ziemlich weich ist, kann man solche Risse durch Ausstreichen zudecken und den Schaden verhüten, wobei man aber eine solche Stelle nicht naß machen oder gar mit frischem Thon belegen

Digitized by Google

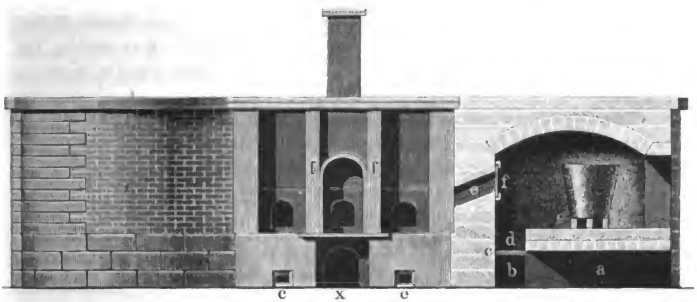
darf; denn dann würden unfehlbar wegen der ungleichen Feuchtigkeit und dem ungleichen Austrocknen noch beträchtlichere Risse entstehen. Ist aber der Hafen schon ziemlich trocken, so daß man nur mit Mühe noch Eindrücke mit dem Finger machen kann, so sind solche Risse selten zu vertreiben, und es bleibt Nichts übrig, als den schadhaften Hafen vollends trocknen zu lassen, ihn dann zusammenzuschlagen, die Stücke wieder einzuweichen, zu kneten und einen neuen Hafen daraus zu machen; auch kann man jene Stücke unter das frische Gemenge zu neuen Häfen mischen. So lange der Thon noch Eindrücke annimmt, muß der Hafen täglich einmal, auch mehrere Male, besonders am Boden, gestampft und geschlagen werden. Am Boden geschieht solches mit dem Stampfer, Fig. 23, an den Seitenwänden hingegen mit zwei Bläueln von gleichem Gewicht, deren Bahn ganz schmal, höchstens zwei Zoll (4,7 Centimeter) breit ist, Fig. 21. Man legt mit der einen Hand den einen Bläuel an die äußere Seite des Hafens und schlägt mit dem anderen Bläuel in der anderen Hand die innere Seite des Hafens gerade dem ersten Bläuel gegenüber, fährt so herum fort, bis die ganze Seitenwand des Hafens geschlagen ist. Den folgenden Tag wechselt man um und schlägt die äußere Seite, indem man an der inneren den anderen Bläuel entgegenhält, und fährt so fort, bis der Thon keinen Eindruck von dem Bläuel mehr annimmt.«

Die Haube der bedeckten Häfen wird stets aus freier Hand gearbeitet, indem man sich nur einer Lehre bedient, um die Oeffnung zu bilden.

Das Trocknen der Häfen ist die gefährlichste Operation, da die geringste 27
Unvorsichtigkeit bei der Leitung der Temperatur in wenigen Stunden viele gute Häfen untauglich machen kann. Es kommt nach Loysel Alles darauf an, daß das Trocknen anfänglich sehr langsam und bei einer Temperatur geschieht, die mit 10° bis 12½° C. anfängt und mit 37° bis 44° C. endigt, ehe die Häfen in den Aufwärmeofen [1]) kommen, was in der Regel erst vor dem »Einsetzen«

[1]) Der Aufwärmeofen oder »Temperofen« (Four à cuire les pots, pot-kiln) ist ein Flammenofen, welcher entweder mit dem Schmelzofen verbunden, wie bei Figur 26, durch die aus letzterem abziehende Flamme geheizt wird, oder besser, von diesem getrennt, mit eigner Feuerung versehen ist. Das Innere des Ofens ist

Fig. 26.



Digitized by Google

geschieht. Sie müssen stufenweise von Grad zu Grad durch diese Temperaturen hindurch geführt und wohl Acht gegeben werden, daß nicht mehrere Grade übersprungen werden und so die folgende Temperatur beträchtlich höher als die vorhergehende ausfällt. Aller Luftzug, der die Häfen, besonders anfänglich, unmittelbar trifft, ist äußerst schädlich, doch ist eine öftere Erneuerung der Luft in den Hafenkammern, wodurch die mit Wasserdünsten beladene Luft entfernt wird, nicht nur nützlich, sondern auch sehr nöthig. Dies kann nach unserm Dafürhalten durch Luftlöcher in den Decken oder in den Seitenwänden des Gebäudes, dicht unter der Decke, leicht bewirkt werden, ohne die Häfen einem Luftzuge unmittelbar auszusetzen. Die Erfüllung aller dieser Bedingungen ist bei der gewöhnlichen Einrichtung auf den meisten Hütten keine leichte Sache. Gewöhnlich stehen die Häfen in Behältern, zu denen die Luft überall Zutritt hat; vor dem Gebrauche stellt man sie auf Gerüste, die in der Hütte nahe den Schmelzöfen stehen, wo die Temperatur auf der einen Seite zu hoch, auf der entgegengesetzten zu niedrig ist. Durch diese Ungleichheit entstehen neue Gefahren, die noch durch das öftere Hin- und Hertragen und fast unvermeidliche Anstoßen vermehrt werden; denn Nichts ist zerbrechlicher, als ein ungebrannter Hafen (Näheres über das Trocknen der Häfen siehe im Abschnitt: Ueber die Anlage von Glasfabriken).

Außer den beschriebenen beiden Arten der Hafenverfertigung hat man auch versucht, sie auf der Drehscheibe und durch Pressen herzustellen, doch scheint man davon nicht befriedigt gewesen zu sein.

Eine große Erleichterung würde es sicher dem eigentlichen Glasfabrikanten gewähren, wenn er seine Häfen aus Thonwaarenfabriken beziehen könnte, und dies scheint uns nicht unmöglich. Hat nämlich der Thonwaarenfabrikant einmal die richtige Masse aufgefunden (die ja auf einer Hütte anfänglich auch erst gesucht werden muß), so muß er sich (und wird er sich gern) verpflichten, Häfen zu liefern, welche im Feuer stehen, und für alle, die reißen, eine Entschädigung zu bezahlen.

Läßt man die Häfen auf der Hütte anfertigen, so ist dazu ein besonderes Arbeitslocal, die Hafenstube, mit den nöthigen Einrichtungen, und eine Trockenstube erforderlich. Die Arbeit selbst giebt man am besten in Accord. Thon und Charmotte liefert die Hütte dem Arbeiter im gepochten Zustande, alle übrige Arbeit hat er selbst zu verrichten. Die Arbeit bezahlt man ihm um so besser, je länger der Hafen im Ofen steht, man straft ihn also indirect für schlechte Arbeit.

Um stets mit wohl getrockneten Häfen versehen zu sein, ist es nöthig, daß auf der Hütte ein Vorrath für mindestens drei Monate davon gehalten werde.

28 **Die Gestehungskosten** für einen Hafen sind natürlich zunächst abhängig von dem verschiedenen Preise des Thones und dem Arbeitslohne an dem betreffenden Orte, sodann von der verschiedenen Größe der Häfen. Hat man z. B. Häfen von

---

aus feuerfesten Steinen construirt, die äußerlich mit einer Rauhmauer von gewöhnlichen Ziegeln umgeben sind. Die Häfen stellt man auf die Sohle desselben nicht unmittelbar, sondern, wie die Figur zeigt, auf einige auf die hohe Kante aufgestellte Backsteine.

Digitized by Google

3′ (85 Centimeter) Höhe und oberer Weite, oben 2″ (4,7 Centimeter), unten $2\frac{1}{2}$″ (5,9 Centimeter), im Boden 3″ (7 Centimeter) dick, so wird man dazu circa 6 Centner (300 Kilogramm) Masse verbrauchen, welche, aus 2 Theilen (rohem und gebranntem) Thon und 1 Theil Charmotte bestehend, 4 Centner Thon und 2 Centner Charmotte verlangt. Kostet der Centner Thon 20 Neugroschen (1 Gulden 10 Kreuzer oder 2 Francs 50 Centimes), wofür er in der Regel überall zu haben sein wird, und rechnet man die Charmotte um die Hälfte höher, so beträgt dies 4 Thaler 20 Neugroschen (oder 8 Gulden 10 Kreuzer oder 17 Francs 50 Centimes); rechnet man dazu den Arbeitslohn für die Zubereitung des Thones und das Formen, sowie den Aufwand für das Brennen zu 20 Neugroschen (1 Gulden 10 Kreuzer oder $2\frac{1}{2}$ Francs), so kostet ein solcher Hafen 5 Thaler 10 Neugroschen (9 Gulden 20 Kreuzer oder 20 Francs). Kleinere Häfen, wie sie in den böhmischen und deutschen Hütten gewöhnlich sind, kosten im Durchschnitt 3 bis 4 Thaler (5 Gulden 15 Kreuzer bis 7 Gulden oder 11 Francs 25 Centimes bis 15 Francs) [1]).

D. Von den Schmelzöfen (Fours de fusion, glass-furnace, glass-oven).

Allgemeine Betrachtungen. Je höher die Temperatur im Ofen ist, 29
um so schneller und schöner, d. h. vollständiger (reiner), schmilzt der Satz. Die pyrometrische Leistung des Ofens aber ist einestheils abhängig von der Natur des Brennmaterials, wie früher ausführlich erörtert wurde, anderntheils von der Größe, Gestalt und inneren Construction des Ofens, wovon im Folgenden gehandelt werden wird.

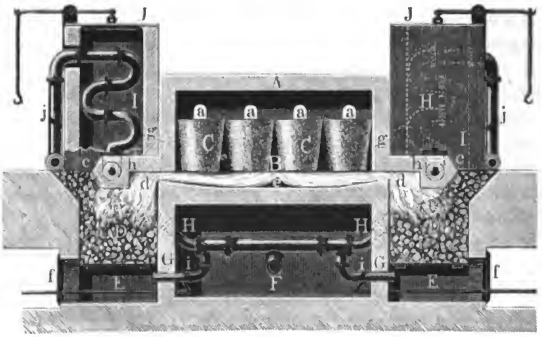
Das Schmelzen des Glassatzes muß so ausgeführt werden, daß eine Verunreinigung der Schmelze durch Aschen- oder Kohlentheile nicht stattfindet. Es darf also das Brennmaterial nicht in dem Schmelzraume selbst sich befinden, sondern hat denselben nur mit brennbaren Gasen zu versehen, durch deren Verbrennung die Schmelzhitze hervorgebracht werden soll. Daraus folgt, daß der Glasofen ein Flammenofen sein muß, der, da der Satz in Häfen geschmolzen wird, zu den Gefäß-Flammenöfen gehört. Sein Feuerraum liegt stets unter dem Heizraume und entweder in der Mitte oder wenig nach der Peripherie hingerückt, folglich ist der Ofen ein stehender Flammenofen mit in den meisten Fällen centraler Feuerung; gewöhnlich ist derselbe zweischürig. Nur ausnahmsweise und als Versuch hat man den Feuerungen der Glasöfen die Luft durch ein Gebläse

[1]) Es ist uns eine Glashütte bekannt, wo der Hafenmacher, welcher keine Hülfsarbeiter hat und beim Einsetzen der Häfen mit helfen muß, 20 Neugroschen (1 Gulden 10 Kreuzer oder $2\frac{1}{2}$ Francs) für jeden Hafen erhält. Dagegen kennen wir eine andere, wo der Hafenmacher jährlich 800 Thaler (1400 Gulden oder 3000 Francs) erhält. Der Letztere macht durchschnittlich vier Häfen pro Tag und hat vier Hülfsarbeiter à 10 Neugroschen. Jeder Hafen kostet sonach 1 Thaler (1 Gulden 45 Kreuzer oder 3 Francs 75 Centimes) Arbeitslohn.

Digitized by Google

zugeführt, z. B. Chance bei seinen Oefen mit Anthracitfeuerung. Wir halten dies aber in allen Fällen für zweckmäßig und geben deshalb in Fig. 27 den Gebläseofen von Bellford, welcher auf Steinkohlenfeuerung eingerichtet ist. *D D*

Fig. 27.



sind zwei niedrige Schächte, welche durch die Oeffnungen *cc* gefüllt werden. Die Aschenfälle *E* sind durch die Thüren *f* luftdicht geschlossen. Durch die Röhre *F* wird mittelst eines Gebläses Luft eingepreßt, und nach beiden Seiten durch die Stränge *GG*, welche bei *ii* mit Ventilen versehen sind, um den Luftstrom zu reguliren, unter die Roste geleitet. Ein anderer Theil der Luft geht durch die Röhren *HH*, und da diese durch die Heizkammern *II* gelegt sind, wird sie erwärmt und strömt durch die Oeffnungen *hh* in die Füchse *dd* zu den Verbrennungsgasen. Auch die Röhren *HH* sind mit Ventilen *jj* zu demselben Zwecke wie die Röhren *G* versehen. *A* ist das Gewölbe, *B* sind die Bänke des Ofens *aa* die Arbeitsöffnungen, *e* ein vertiefter Raum zur Aufnahme des ausgeflossenen Glases. — Soviel uns bekannt, haben diese Oefen auch in Belgien Eingang gefunden.

Von den stehenden Flammenöfen gewöhnlicher Art, deren Schacht oben offen ist und als Esse fungirt, unterscheidet sich der Glasofen dadurch, daß der Heizraum durch ein Gewölbe geschlossen ist; von den liegenden Flammenöfen aber dadurch, daß ihm die gewöhnliche Esse, welche durch einen Fuchs mit dem Heizraume verbunden ist, in der Regel fehlt.

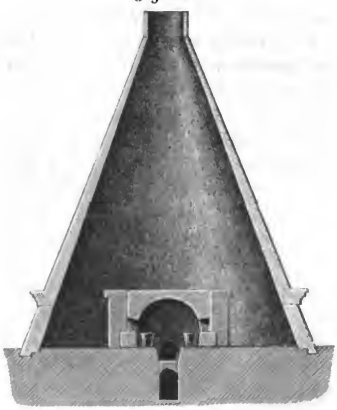
Die Luftzuführung, welche bei den liegenden Flammenöfen durch die Esse, bei den stehenden durch die Höhe und Oeffnung des Schachtes (auch durch ein Gebläse) vermittelt wird, kann deshalb hier gewöhnlich nur entweder durch einen großen Verlust an Wärme, oder durch an den Schmelzofen angebaute Nebenöfen, welche wie liegende Essen wirken, hervorgebracht werden. Der Wärmeverlust entsteht dadurch, daß der Heizraum eine verhältnißmäßig nur sehr geringe Höhe hat, daß also der nöthige Zug allein durch die Temperaturdifferenz zwischen Heizraum und umgebender Luft bewirkt werden kann. Essen aber, welche auf den ersten Blick von größtem Nutzen erscheinen, hat man bis jetzt aus prakti-

Digitized by Google

schen Rücksichten, wenigstens in gewöhnlicher Weise und allgemeiner nicht anwenden zu können geglaubt [1]). Bei dem Glasschmelzen handelt es sich nämlich darum, die in den Häfen befindliche und so in einem ziemlich weiten Raume vertheilte Glasmasse gleichmäßig zu erhitzen. Die heißen Gase dürfen daher nicht bloß in einer Richtung den Raum durchströmen, sondern müssen nach jedem einzelnen Hafen hin dirigirt werden und dies ist von jeher durch die über jedem Hafen befindlichen Arbeitsöffnungen geschehen. Wo man den Zug zu verstärken versuchte, hat man es bis jetzt in der Regel auf eine der folgenden Arten gethan. Man hat entweder vier oder mehrere kleine Essen *b* von 5′ 5″ bis 6′ Höhe und 6″ (14 Centimeter) Oeffnung (Fig. 28) an der Peripherie des Ofens zweckmäßig vertheilt, zwischen je zwei Arbeitsöffnungen oder in die vier Ecken des Ofens gelegt, oder ausnahmsweise in der Mitte des Gewölbes eine Oeffnung angebracht und eine Kappe darüber gesetzt, von deren Mitte ein Abzugsrohr nach einer gewöhnlichen Esse geht, wie bei den englischen Bleiglasöfen, wovon später eine Beschreibung folgt. Da man jedoch überall, auch da wo man solche, jedenfalls zweckmäßige Einrichtungen nicht machte, das Bedürfniß empfand, den Zug zu verstärken, so hat man es immer als Regel betrachtet, die Einfeuerungen einer Thüre des Hüttengebäudes gegenüber anzulegen, oder über dem Ofen eine mantelförmige Esse aus Eisenblech anzubringen, (z. B. Fig. 81) oder man hat, wie in England, der Hütte selbst die Gestalt einer großen Esse gegeben, siehe Fig. 29.

Fig. 28.

Fig. 29.



Unsere Ansicht geht dahin, daß durch Anwendung einer direct wirkenden Esse (oder eines Gebläses) Brennmaterial erspart und die Schmelzzeit abgekürzt werden könne, ohne daß die befürchteten Nachtheile eintreten. Wir würden zu diesem Ende über jedem Hafen eine größere Oeffnung, oder nach Befinden meh-

[1]) Nur ausnahmsweise sind bis jetzt wohl hier und da Essen angebracht worden

Digitized by Google

rere kleine, in der Umfassungsmauer anbringen, welche mit einem abwärts steigenden Kanale in Verbindung ständen. Die verschiedenen abwärts gehenden Kanäle würden sich in der Höhe der Bänke in einem um den Ofen herumlaufenden gemeinschaftlichen horizontalen Kanale vereinigen und dieser mit einer Esse verbunden werden. Die Arbeitsöffnungen müßten selbstverständlich während des Schmelzens dicht verschlossen sein und an geeigneter Stelle ein Register angebracht werden, um den Zug nach Bedürfniß vermindern oder verstärken zu können. Außer dem nächsten Zwecke würde durch eine solche Einrichtung noch der Vortheil erreicht werden, die Häfen an der der Ofenwand zugekehrten Seite zu erwärmen und die Wärmeabgabe nach Außen zu vermindern.

Es ist vorhin erwähnt worden, daß der Schmelzofen früher häufiger als jetzt mit »Nebenöfen« verbunden worden sei, welche als Essen wirkten, in denen aber, direct gesagt, ein Theil der abziehenden Wärme zugut gemacht werden soll. Sie dienen zum Anwärmen der Häfen, als Kühlöfen, oder zum Trocknen und Calciniren der Materien. Wie sehr es zu wünschen ist, daß ein Theil der bedeutenden Wärmequantitäten, die beim Glasschmelzen verloren gehen, irgendwie gewonnen werde, haben wir schon früher ausgesprochen. Ob aber die Benutzung der Nebenöfen *ohne Esse* die vortheilhafteste sei, ist zu bezweifeln. Wenn dagegen eine Esse vorhanden ist, so läßt sich sehr leicht eine solche Einrichtung treffen, daß die Gase entweder direct in dieselbe eintreten, oder zuvor durch die Nebenöfen gehen, wie früher angedeutet wurde.

In der Praxis darf man übrigens, wie zweckmäßig auch die Construction eines neuen Schmelzofens ausgeführt worden sein und welche Art von Brennmaterial man benutzen mag, nicht vergessen, daß die pyrometrische Leistung eines Ofens sich unvermeidlich mit dem Gebrauche ändert. Es lassen sich in dieser Beziehung drei Perioden unterscheiden. In der ersten kann man, die zweckmäßige Construction des Ofens vorausgesetzt, den schwerstschmelzbaren Satz ohne Schwierigkeit verschmelzen; sie geht jedoch bald vorüber und es macht sich eine leichter schmelzbare Zusammensetzung des Satzes nothwendig. In der dritten Periode endlich sinkt nicht nur die Temperatur des Ofens noch weiter herab, es tritt auch in vermehrtem Grade das Abschmelzen seiner Masse vom Gewölbe und dadurch eine Verunreinigung des Glases ein, wenn das Abgeschmolzene in die Häfen tropft.

Es leuchtet ein, daß durch Zusammensintern und theilweises Abschmelzen oder Abspringen der Ofenmasse beim Gebrauche des Ofens unvermeidlich eine Erweiterung des Schmelzraumes eintritt. Wird nun in der Zeiteinheit ein gleich großes Gasvolumen auf dem Heerde erzeugt, wie anfangs, so wird dieses um den erweiterten Schmelzraum auszufüllen, sich mehr als früher ausdehnen müssen, und folglich dessen Temperatur sich erniedrigen. Darin allein kann aber der Grund der Erscheinung nicht liegen, es kommt vielmehr dazu noch, daß die dichter gewordene Ofenmasse ein besserer Wärmeleiter wird, also mehr Wärme, als anfänglich, nach Außen abgiebt und das Gewölbe, welches oberflächlich glasirt worden ist, an seinem Strahlungsvermögen einbüßt.

Aus der bezeichneten Veränderung, welche der Ofen in seinen Dimensionen, sowie in der Leitungs- und Strahlungsfähigkeit seiner Masse erleidet,

Digitized by Google

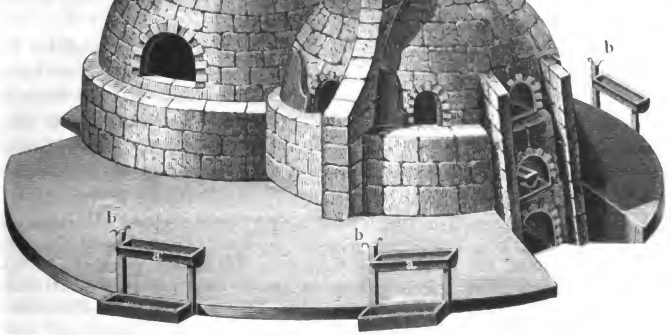
folgt, daß man nicht wohl im Stande ist, Glas von gleicher Qualität ohne Unterbrechung in demselben Ofen zu fabriciren.

Wir zweifeln nicht, daß durch Verbindung des Schmelzofens mit einer Esse auch die durch Veränderung der pyrometrischen Leistung eines Ofens herbeigeführten Uebelstände, wenn auch nicht vollkommen beseitigt, doch bedeutend vermindert werden können.

Gestalt der Schmelzöfen. Die ältesten uns bekannten Schmelzöfen 30
hatten die Gestalt von Fig. 30, wie sie Kunkel in seinem mehrerwähnten Werke angiebt. In Fig. 31 ist ein ähnlicher Ofen aus einer späteren Periode mit angebautem Nebenofen dargestellt, weil derselbe schon einen ersten Fortschritt im Ofenbau erkennen läßt und die Rüstung mit dem Wassertrog *a* und Auflagereisen *b*, wie sie heute noch im Gebrauche sind, zeigt. Aus diesen ältesten Oefen mit kreisrundem Querschnitte sind später die runden deutschen (und französischen) Oefen entstanden und diesen ähnliche sind heute noch zum Schmelzen des Krystallglases in England im Gebrauch. Später traten Oefen mit elliptischem oder rechteckigem Querschnitte an deren Stelle, von denen die länglich-rechteckigen heutzutage auf dem Continente als die praktisch vortheilhaftesten betrachtet werden.

Fig. 30.

Fig. 31.



Digitized by Google

Welches die beste Form sei, ist jedoch in der Praxis noch nicht entschieden, wenigstens sind die Ansichten getheilt. In England hält man für Bleiglas die runden Oefen für die vortheilhaftesten und baut sie zu zehn Häfen von 46″ oberem Durchmesser. In Deutschland hat man theils runde, theils elliptische und quadratische Oefen, in Frankreich und Belgien zieht man die länglich-viereckigen Oefen allen anderen vor. In den rechteckigen Oefen werden zwar die Eckhäfen weniger erhitzt als die übrigen, allein auch bei runden und elliptischen Oefen empfangen die auf oder neben den Schürlöchern stehenden Häfen weniger Hitze. Während sonach die letzteren Oefen dieselben Nachtheile darbieten, wie erstere, haben diese den Vorzug, daß sie, um dieselbe Menge von Glas zu schmelzen, wie in runden Oefen, weniger körperlichen Inhalt bedürfen.

31 **Vortheilhafteste Grösse.** Die Erfahrung hat zwar gelehrt, daß kleine Oefen mehr Brennmaterial verbrauchen, als große; daß es aber auch ein gewisses Maximum giebt, über welches hinaus die Vergrößerung keinen weiteren Vortheil gewährt. Man nimmt an, daß bei runden und quadratischen (auch elliptischen für den langen Durchmesser) Oefen ein Durchmesser von 8′ (2 Meter 26 Centimeter) dieses Maximum darstellt [1]); bei länglich viereckigen Oefen scheint dies ein Längsdurchmesser von 12′ (3 Meter 4 Centimeter) und ein Querdurchmesser von 8′ zu sein.

Bei den Häfen haben wir schon ein Beispiel angeführt, um zu belegen, daß größere Häfen vortheilhafter als kleinere seien. Dieses Beispiel, welches zugleich zu Gunsten der größeren Oefen spricht, bezog sich auf Holzöfen. Wir lassen deshalb hier ein zweites, von Steinkohlenöfen entnommenes Beispiel folgen. Ein kleiner Ofen mit sechs Häfen à 2 Centner verbrauchte zu 23 Schmelzen 103800 Pfund Steinkohlen und producirte 27600 Pfund Glas. Ein großer Ofen mit zehn Häfen à 6 Centner verbrauchte in fünf Schmelzen 76500 Pfund Steinkohlen und producirte 30000 Pfund Glas. Jene 23 Schmelzen wurden in einem Monate, diese fünf Schmelzen in einer Woche gemacht. Der große Ofen producirte also in $^1/_4$ der Zeit und mit ungefähr $^3/_4$ an Brennmaterial so viel Glas als der kleine Ofen.

Wenn wir den bedeutenden Abgang an Häfen und die Schwierigkeiten der Erbauung eines guten Glasofens ins Auge fassen, so müssen wir wiederholen, daß es große, wenigstens ökonomische Vortheile gewähren müßte, das Glas in einem gewöhnlichen Flammenofen zu schmelzen. In der That ist dies auch schon von Crosfield in England versucht worden, dessen Ofen sich in Dingl. Journ. Bd. 86, S. 424 beschrieben und abgebildet findet. Es liegt im Interesse der

[1]) Die runden englischen Bleiglasöfen weichen hiervon etwas ab, indem sie 12′ 7″ (3 Meter 46½ Centimeter) inneren Durchmesser haben, wobei sie allerdings 10 Häfen von 46″ (1 Meter 8½ Centimeter) Durchmesser enthalten, in welchen je 18 Centner Glas geschmolzen werden können. Ein solcher Ofen verbraucht wöchentlich 18 bis 24 tons (à 2032 deutsche Zollpfunde = 1016 Kilogramm) Steinkohlen und die Schmelzzeit dauert 50 bis 60 Stunden. Dagegen verbraucht ein Ofen mit 12 eben so großen Häfen die doppelte Menge Steinkohlen und liefert nur $^1/_6$ Glas mehr.

Digitized by Google

Glasfabrikanten, diesen Punkt nicht unberücksichtigt zu lassen. Da aber offenbar große Schwierigkeiten zu überwinden sind und der Aufwand für Versuche dem Einzelnen vielleicht zu groß sein würde, so wäre zu wünschen, daß sich mehrere Fabrikanten vereinigten, um auf gemeinschaftliche Kosten Versuche anstellen zu lassen.

Klassifikation der Oefen. Aus dem, was über die Schmelzöfen im Vorigen angeführt worden ist, ergiebt sich, daß man dieselben im Wesentlichen eintheilen kann 1. mit Rücksicht auf die Querschnittsform in kreisrunde, länglichrunde (die ursprünglichen deutschen Oefen, die englischen Bleiglasöfen), quadratische und länglich-viereckige (französische Oefen); 2. mit Rücksicht auf das Brennmaterial in Holzöfen und Kohlenöfen. Von letzteren giebt es solche, welche mit Braunkohlen, Torf, Anthracit und am häufigsten mit Steinkohlen geheizt werden, und diese haben wiederum eine directe oder indirecte (Gas-) Feuerung.

Jede andere Eintheilung ist unwesentlich; denn es leuchtet ein, daß das Schmelzen des Glases stets unter gleichen Bedingungen erfolgen muß, zu welcher Art von Gegenständen man es auch nach dem Schmelzen verarbeiten möge. Deshalb kann es an den Grundregeln für den Bau der Oefen, wie an den wichtigsten innern Einrichtungen derselben, Nichts ändern, ob Hohlglas, oder Tafelglas, oder irgend eine andere Glassorte fabricirt werden soll. Nur die accessorischen Theile des Ofens, d. h. die Theile, welche sich auf die Formgebung beziehen, sowie die erforderlichen specifischen Nebenöfen sind andere in dem einen oder dem anderen Falle.

Vom Bau der Schmelzöfen. Es giebt mehrere Arten, die Schmelz- 32
öfen zu bauen, nämlich aus Masse, oder aus geformten Steinen, welche man entweder lufttrocken oder gebrannt anwendet. Solche Steine werden vom Hafenmacher angefertigt und müssen stets für den Bau eines Ofens vorräthig sein. Die Masse für dieselben besteht gewöhnlich, mit Ausnahme der Gewölbesteine, aus Sand und Thon zu gleichen Theilen, oder in den früher angeführten Verhältnissen. Wir sind der Ansicht, daß man keinen Sand nehmen müsse, wenn es irgend möglich ist, Charmotte in hinreichender Menge zu beschaffen.

Der Bau aus Masse ist eine dem Formen der Häfen ganz ähnliche Arbeit, welche man früher hauptsächlich bei den runden Oefen anwendete. Das Austrocknen eines solchen Ofens erfordert jedoch sehr viel Zeit, die natürlich gänzlich für den Betrieb verloren geht, wenn nur ein Ofen vorhanden ist. Ueberdies erhält ein solcher Ofen, wenn er nicht sehr langsam angeheizt wird, Risse, welche ausgebessert werden müssen, und steht nicht länger als ein aus Steinen erbauter. Diese Art des Ofenbaues ist daher als gänzlich aufgegeben zu betrachten.

Der Bau mit geformten Steinen gewährt zunächst den Vortheil, daß die Steine geformt und zum Bau vollständig vorbereitet werden können, während der alte Ofen noch im Gange ist. Ein weiterer Vortheil besteht alsdann darin, daß der Bau mit solchen Steinen sehr rasch vollendet und der Ofen kurze Zeit darauf in Betrieb genommen werden kann. Das Einzige, was als Nachtheil bei dieser Art des Baues angeführt werden könnte, ist die Nothwendigkeit,

Digitized by Google

die Steine von verschiedener Form und Größe, und folglich entsprechende Holzformen herstellen zu müssen, bei welchen das spätere Schwinden der Masse genau in Rechnung zu nehmen ist. Darin liegt auch der Grund, weshalb auf manchen Hütten, selbst wenn man mit geformten Steinen baut, doch das Gewölbe aus Masse gearbeitet wird, da man zum Gewölbe allein eine größere Anzahl verschiedener Formen nothwendig hat. Während ein Ofen aus Masse vier bis sechs Monate erfordert, ehe er zum Betriebe fertig ist, kann ein Ofen aus geformten Steinen in eben so vielen Wochen fertig sein.

Wenn ein Ofen gebaut werden soll, sind vor allen Dingen Gestalt und Dimensionen desselben festzustellen. Erstere durch die schon früher besprochenen Rücksichten. Letztere ergeben sich 1. aus der Größe und Zahl der Häfen; 2. aus der Höhe der Bänke über dem Roste.

Der lange Durchmesser des Schmelzraumes ist bei Oefen mit quadratischem Querschnitte gleich der Summe der obern Durchmesser der auf einer Bank neben einander stehenden Häfen. Der breite Durchmesser ist gewöhnlich gleich dem dreifachen obern Durchmesser eines Hafens (ja bisweilen, obgleich gewiß unvortheilhafter Weise noch größer), da die Häfen beim Einsetzen gewöhnlich durch diesen Raum hindurchgebracht werden müssen. Doch läßt sich dies auch noch bewerkstelligen, wenn der Zwischenraum etwas kleiner als der Durchmesser eines Hafens ist, und setzt man die Häfen durch besondere Oeffnungen der Umfassungsmauer ein, so kann der Zwischenraum noch mehr verengert werden. Wir halten das Einsetzen der Häfen durch besondere Oeffnungen allein für zweckmäßig und einen großen Zwischenraum zwischen zwei gegenüberliegenden Häfen für unrationell. Nach unserer Ansicht muß dieser auf das Minimum beschränkt werden und ist jedenfalls völlig groß genug, wenn er $^2/_3$ des oberen Hafendurchmessers beträgt. Die horizontalen Durchmesser des Ofens werden hiernach auf die einfachste Weise durch die Durchmesser und Zahl der Häfen bestimmt.

Die Höhe der Bänke über dem Roste richtet sich nach dem Brennmaterial und wird durchschnittlich bei Holzfeuerung zu 33″ angenommen. Hier kommen aber in der Praxis Schwankungen zwischen 24″ bis 40″ vor. Wir halten, wie bei der Construction des Feuerheerdes erörtert werden wird, die letzte Zahl für die theoretisch richtigere.

Bei Steinkohlen, deren Flammbarkeit sehr verschieden sein kann, läßt sich ein für alle Verhältnisse passendes Maß aus den vorliegenden praktischen Angaben nicht entnehmen, als Minimum kommen 24″ (65 Centimeter) bei dem englischen Bleiglasofen Fig. 56 vor, als Maximum ist uns 42″ (1 Meter) bekannt. Hier ist umgekehrt eine niedrigere Zahl als die theoretisch richtige zu bezeichnen. — Braunkohlen und Torf stehen in der Mitte zwischen Holz und Steinkohlen. — Ist die Höhe der Bänke gegeben, so kommt dazu die Höhe der Häfen, über welchen unmittelbar oder 1″ bis 2″ ($23^1/_2$ Millimeter bis 47 Millimeter) höher das Gewölbe seinen Anfang nimmt. In der Regel ist die Höhe des Gewölbes $^1/_3$ bis $^2/_5$ vom Querdurchmesser des Ofens.

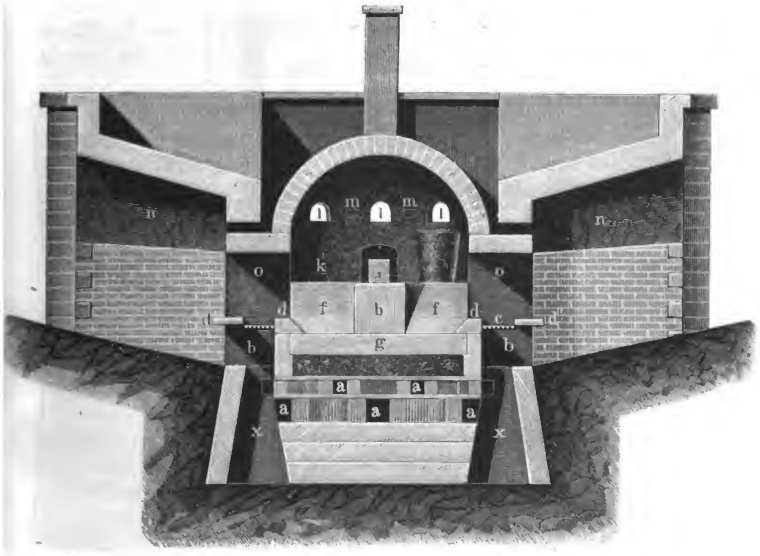
Bedenkt man, daß von der richtigen Lage (und Gestalt) des Gewölbes die pyrometrische Leistung des Ofens ganz besonders abhängt, indem die Schmelzung zu einem großen Antheile durch die vom Gewölbe reflectirte Hitze erfolgt,

Digitized by Google

daß aber die Wirkung der strahlenden Wärme mit der Entfernung in einer geometrischen Progression abnimmt, so sieht man ein, daß das Gewölbe möglichst niedrig und seine Höhe nicht abhängig gemacht werden muß von einem selbst willkürlich veränderlichen Factor. Die Höhe des Gewölbes über den Hafen hat mit dem Durchmesser des Ofens strenggenommen gar Nichs zu thun und sollte so weit thunlich bei allen Durchmessern eine und dieselbe Größe sein.

Der Unterbau für Holzöfen[1]) wurde früher mit einer Fundamentirung begonnen, wie sie der älteste französische Spiegelglasofen (für Spiegelguß) Fig. 32 bei *xx* erkennen läßt. Ueber den in dieser Figur sichtbaren Fundamentsteinen

Fig. 32.



aus Sandstein wurden Abzüchte angelegt, wie es Fig. 33 (a. f. S.) zeigt. *AA* ist eine 12″ bis 14″ dicke Mauer aus gewöhnlichen Steinen für den Schmelzofen, *cc* sind die Luftcanäle; *BB* die Grundlagen für vier Nebenöfen. Die viereckigen ebenfalls mit gewöhnlichen Steinen ummauerten Räume *dd* wurden mit Hafenscherben oder anderem trocknem Schutt ausgefüllt. Die Canäle wurden 1′ weit und hoch gemacht und mit starken Platten abgedeckt. Darüber kam eine zweite

[1]) Wir wollen hier nicht unterlassen anzuführen, daß an verschiedenen Orten, u. A. zu Plößberg im Fichtelgebirge, sogenannte Ofenbauer sind, welche allenthalben hinreisen, um den Bau der Oefen auszuführen. Aus Plößberg sind besonders die Gebrüder Schnappauf als Ofenbauer weit bekannt.

Digitized by Google

Fig. 33.

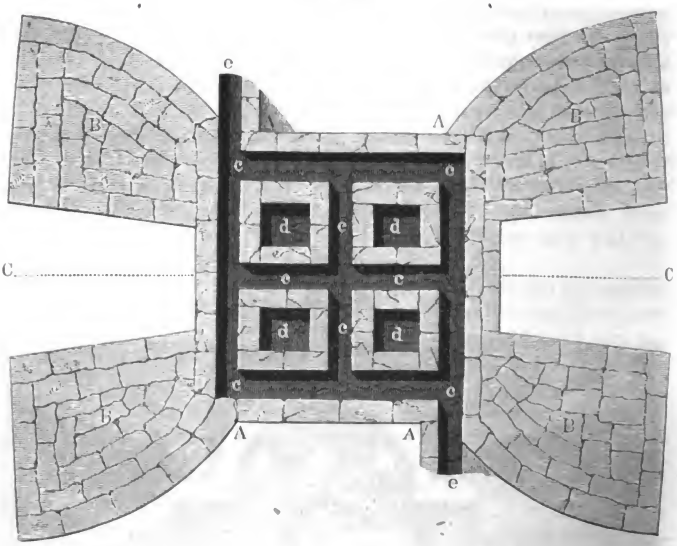
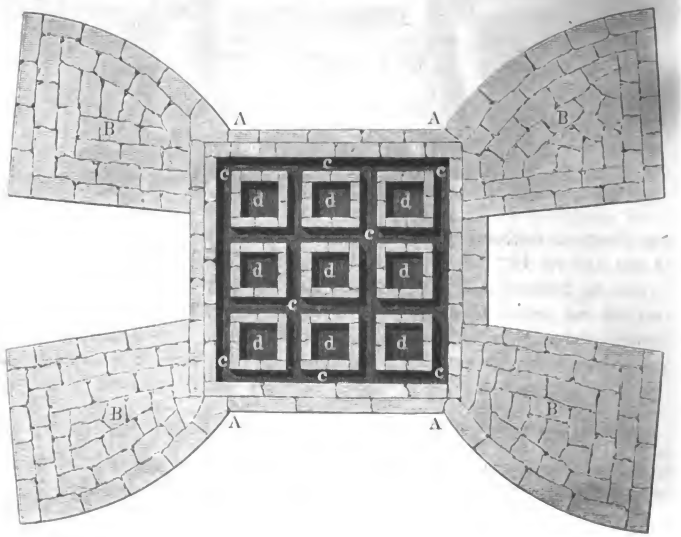


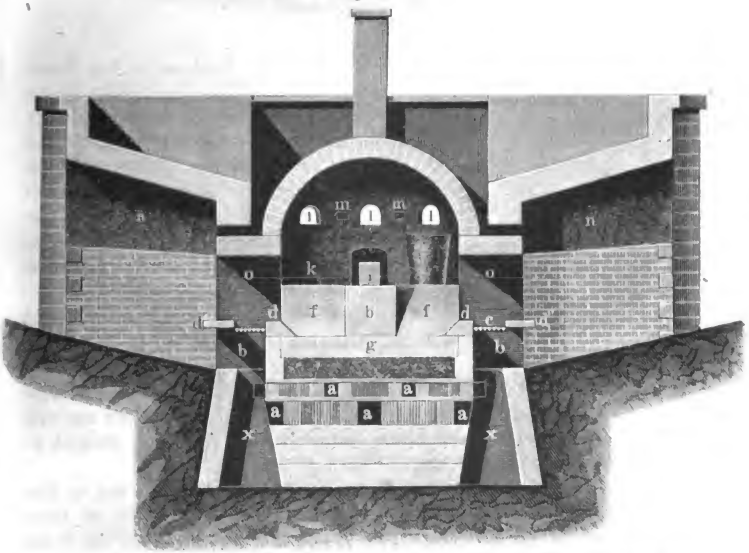
Fig. 34.



Digitized by Google

Schicht mit 5″ bis 6″ hohen und weiten Luftcanälen, wie Fig. 34. In Fig. 35, welche einen Aufriß nach der Linie *CC* Fig. 33 darstellt, sind diese Canäle bei *aa* zu sehen. Heutzutage wird eine derartige Fundamentirung, welche sehr kostspielig ist, nicht mehr vorgenommen, und Abzüchte werden nur dann angelegt, wenn der Boden, auf welchem die Hütte steht, feucht ist. Die Unterlage für die Bänke wurde endlich aus einer Sandsteinplatte *g* gebildet, deren Einlagerung in Fig. 35 deutlich sichtbar ist. Der Ofen erhielt endlich entweder gar keine Roste oder die Roste *c* Fig. 35, deren Aschenfall *b* darstellt. Ueber den Rosten oder überhaupt an den beiden gegenüberliegenden Stellen des Ofens, wo die Umfassungsmauer wegen der Zubringung des Brennmaterials unterbrochen werden muß, wurde ein Gewölbe geschlagen (dies muß selbstverständlich auch jetzt noch geschehen), um Raum zu gewinnen und dem Gewölbe des Ofens als Stütze zu dienen. Dieses Gewölbe ist das »kleine Schürlochgewölbe« (la glaye) *oo*, Fig. 35, so genannt, weil man vor dasselbe, was jetzt nicht mehr allgemein geschieht, noch ein

Fig. 35.

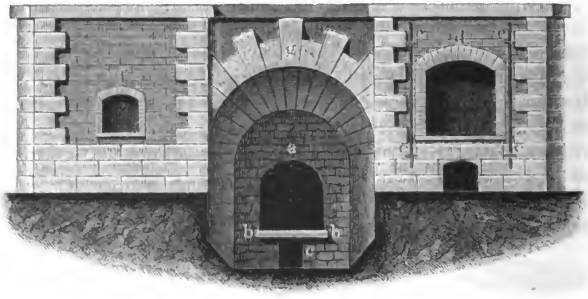


großes (la tonnelle), *nn* Fig. 35 und *ag* Fig. 36 (a. f. S.), baute. Das Letztere mußte so hoch sein, daß der Schürer bequem darin stehen und seine Arbeit verrichten konnte, Ersteres so hoch, daß das Einsetzen der Häfen ohne Schwierigkeit möglich war. Um es bei dieser Gelegenheit während des Betriebes ebenso rasch öffnen, als wieder verschließen zu können, wurde es durch eigens zu diesem Zwecke geformte Thonplatten geschlossen. Ueber dem Aschenfall wurde eine 5″ bis 6″ dicke, 16″ breite Thonplatte, *d'* Fig. 35 und *b* Fig. 36 und Fig. 37 (a. f. S), so ein-

Digitized by Google

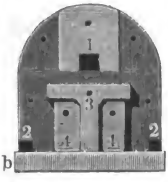
gemauert, daß sie 5″ nach Außen vorsprang. Auf diese kamen dann die in Fig. 37 in vergrößertem Maßstabe dargestellten Stücke. In dem oberen Stücke

Fig. 36.



ist bei 1 die Oeffnung von circa 12″ im Quadrat, durch welche das Brennmaterial eingeworfen wird, das »Schürloch« (tisard). In den seitlichen Platten sind bei 2 zwei Oeffnungen, um den Heerd reinigen zu können, die bei Steinkohlenöfen mit Luftcanal nicht vorhanden zu sein brauchen. Das Stück 3 wird das »Kreuz« genannt und ist durch die Stücke 4 4 gestützt. Alle einzelnen Stücke sind, wie man sehen kann, mit kleinen Oeffnungen versehen, zu dem Zwecke, um eiserne Stäbe einstecken zu können, mit Hülfe deren sie eingesetzt und hinweggenommen werden.

Fig. 37.



Diese eigenthümliche Art des Verschlusses behält man auch heute noch bei, wenn man die Häfen durch das Schürloch einzusetzen genöthigt ist.

Alles Weitere ist bei dem Bau eines Holzofens ebenso, wie bei dem später zu beschreibenden Bau eines Kohlenofens. Bemerken wollen wir hier nur noch, daß wenn Nebenöfen angebaut werden sollen, Lünetten oder Füchse oberhalb der Häfen anzubringen sind, wie Fig. 38 bei *e* zu sehen ist.

Als Beispiel einer einfacheren Bauart der Holzöfen geben wir den in Böhmen allgemein gebräuchlichen runden Ofen, Fig. 39, 40, 41, mit acht Häfen, welcher einen kürzeren Durchmesser von 6′ und einen etwas längeren von 7′ hat. (Manche dieser Oefen enthalten nur sieben, andere neun Häfen.) Bei *a* ist der $1\frac{1}{2}$′ hohe und ebenso breite unter dem Ofen durchgehende Aschenfall. Dieser ist überdeckt mit Thonsteinen *rr*, welche 10″ im Quadrat haben, 6″ von einander entfernt liegen und so lang sind, daß sie einige Zolle unter die Bankmauer reichen. Diese Steine bilden den Rost und werden »Roststeine« genannt. Bei *ff* sind die Schürlöcher eingewölbt. *BB* sind die Bänke. Aus den beiden vorstehenden rechtwinkelig gegen einander durch die Mitte des Ofens genommenen Aufrissen und dem nebenstehenden Querschnitte in der Höhe der Bänke ist alles Uebrige von

Digitized by Google

selbst verständlich. Zu erwähnen ist nur noch, daß gewöhnlich ein Kühlofen an den Schmelzofen angebaut wird.

Fig. 38.

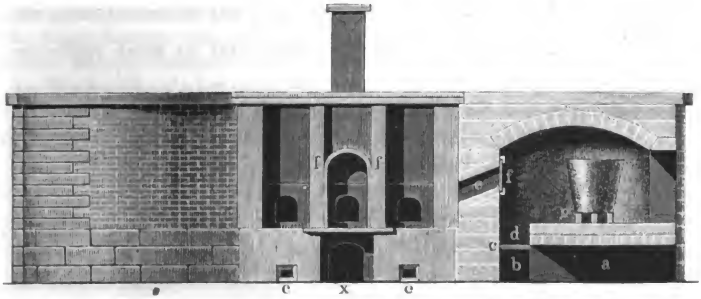


Fig. 39.

Fig. 40.

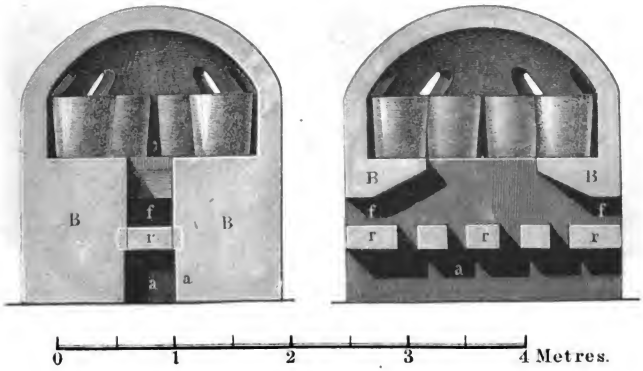
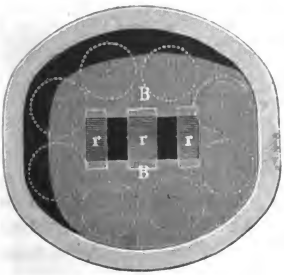


Fig. 41.



Diese böhmischen Oefen, welche man wegen ihrer Verbreitung wohl deutsche nennen könnte, werden eben sowohl zur Hohl- als zur Tafelglasfabrikation gebraucht. Nur wird mit gebrannten Steinen gebaut und die Kappe bisweilen aus Masse geschlagen. Ihr Bau ist sehr wenig kostspielig, sie halten bei sorgfältiger Ausbesserung 11 Monate, doch läßt man sie nicht gern länger als 9 Monate gehen, weil sie später zu viel Holz consumiren. Als normalen Consum rechnet man 10 Klafter Holz

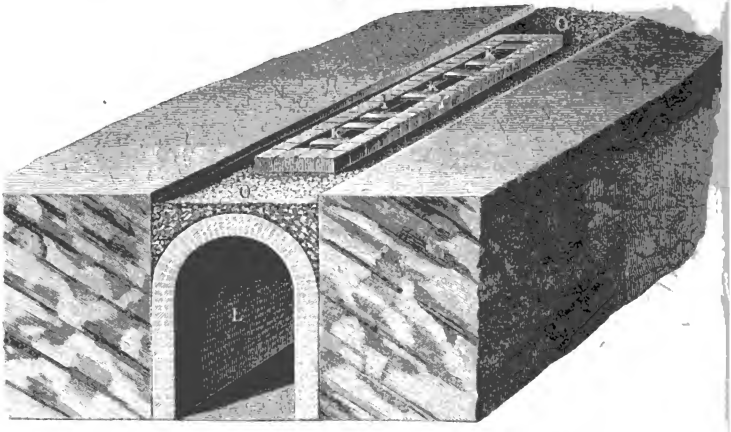
Digitized by Google

= 18,000 Pfund, und zwar 8 Klafter für die Schmelzung und 2 Klafter für die Arbeit. Die Häfen sind 22″ hoch, 21″ oben und 19″ unten weit, fassen also 3 Kubikfuß Glas, dessen Gewicht zu 350 Pfund angenommen werden kann. Der Holzverbrauch zum Schmelzen beträgt demnach eine Klafter pro Hafen oder $\frac{1800}{350}$ = nahezu 5,3 Pfund für ein Pfund Glas. Auf ein Pfund vollkommen fertiges Glas, nachdem der Abgang in Abzug gebracht ist, kommen nahezu 8,8 Pfund. Die Schmelzzeit ist in diesen Oefen 20 bis 24 Stunden.

In allen Hütten, welche mit Holz betrieben werden, sind über den Schmelzöfen oder in deren Nähe Gerüste zum Trocknen des Holzes; auch besondere Oefen zum Darren desselben.

Für Kohlenöfen wird unter dem Hüttengebäude von einem Ende zum andern ein gewölbter Luftzuführungscanal angelegt, welcher zugleich als Aschenfall dient, Fig. 42 *L*. Ist das Terrain trocken, so ist es am besten, diesen Canal

Fig. 42.



auszugraben, wo nicht, so wird das Hüttengebäude um so viel höher gelegt, was selbstverständlich einen kostspieligeren Unterbau veranlaßt. Den Canal baut man bis zu 6′ weit und bis zu 8′ hoch: jedenfalls muß er so weit und hoch sein, daß der Schürer das Reinigen des Rostes mit Bequemlichkeit darin vornehmen kann. Nicht selten legt man auch zwei solcher Canäle rechtwinklig zu einander an, wie Fig. 43 im Grundrisse zeigt. An den Enden versieht man diese Canäle mit Thüren, und öffnet beim Betriebe nur die der jedesmaligen Windrichtung zugekehrte während des Schmelzens, und umgekehrt während der Arbeit. An der Stelle, wo auf diesen Canal der Ofen aufgebaut wird (bei zwei Canälen gewöhnlich die Kreuzungsstelle), bleibt das Gewölbe des Canales in der Breite des Rostes offen und erhält in passenden Zwischenräumen schmale Gurtbögen, *kk* Fig. 42, oder starke Eisenstangen, welche bestimmt sind

Digitized by Google

die Roststäbe und nach Befinden den Sattel oder an dessen Stelle durchlöcherte Thonplatten zu tragen.

Da durch diese Einrichtung die Festigkeit des Gewölbes in Etwas beeinträchtigt wird, so mauert man einige Pfeiler, *e e* Fig. 43 auf, oder weil diese den Raum verengen und dadurch unbequem sind, legt man an verschiedenen Stellen starke Eisenstangen quer durch das Gewölbe und Mauerwerk.

In die Oberfläche der genannten Gurtbögen werden Vertiefungen eingearbeitet, in welche die Roststäbe gelegt werden, *D* Fig. 44, die gewöhnlich quadratisch (von 2″ Seitenlänge) und von Schmiedeeisen sind. Die Rostfugen, welche bei gewöhnlichen Feuerungen $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Oberfläche der Roststäbe betragen, macht man hier gleich groß und sogar größer. Uns sind z. B. solche Roste von 24″ Breite bekannt, in welchen nur 5 bis 6 Roststäbe von je 2″ Seitenlänge liegen. Dies ist bei Steinkohlenfeuerung theils wegen der ungewöhnlich großen Schichthöhe, theils wegen der größeren und oft schlackenden Aschenmenge nöthig. Bei Braunkohlen, welche sich weniger dicht zusammenlegen und eine leichte Asche geben, muß man die Rostfugen kleiner machen. Gewöhnlich werden die Stäbe horizontal gelegt, offenbar ist es aber für den Verbrennungsproceß günstiger, denselben eine geneigte Lage zu geben, wie in Fig. 46 und

Fig. 43.

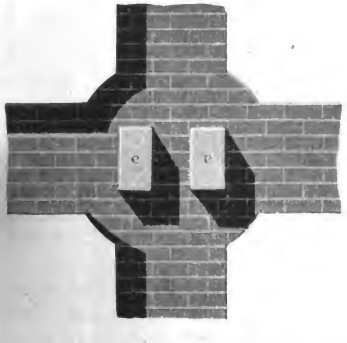
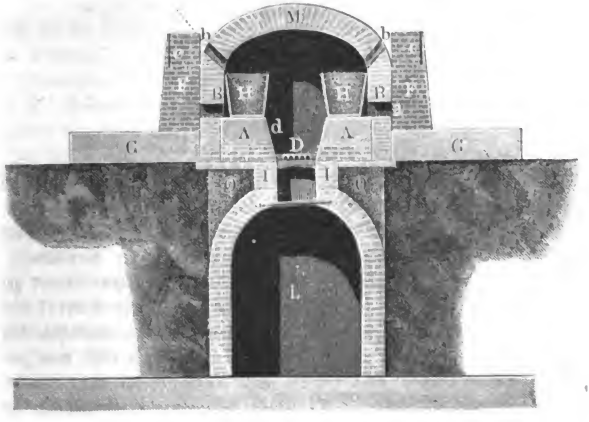


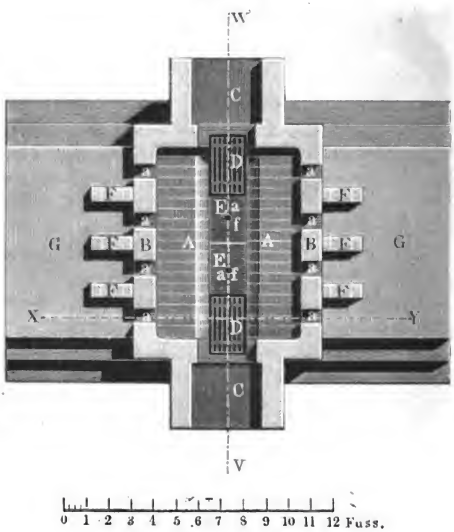
Fig. 44.



Digitized by Google

bei dem später zu beschreibenden Deeley'schen Ofen, Fig. 50. Die Breite des Rostes ist gewöhnlich gleich der Entfernung zwischen den oberen Rändern zweier gegenüberstehenden Häfen, also je nach der Größe der Häfen und folglich dem Querdurchmesser des Ofens in der Regel etwa 16" bis 24". Die Länge des Rostes ist, wenn derselbe keine Unterbrechung hat und der Ofen quadratisch ist, durch den Längsdurchmesser des Ofens bestimmt. Es ist jedoch klar, daß ein durchgehender Rost bei Oefen von großen Dimensionen nicht wohl mehr auf seiner ganzen Oberfläche gleichmäßig mit Brennmaterial beschickt werden kann. Deswegen ist, wie schon früher bemerkt, der Rost großer Oefen in der Mitte unterbrochen. An dieser Stelle befindet sich alsdann eine (oder auch zwei) Thonplatten, *aa* Fig. 45, mit Oeffnungen, *ff*, durch welche das bei einem Hafenbruch in den

Fig. 45.



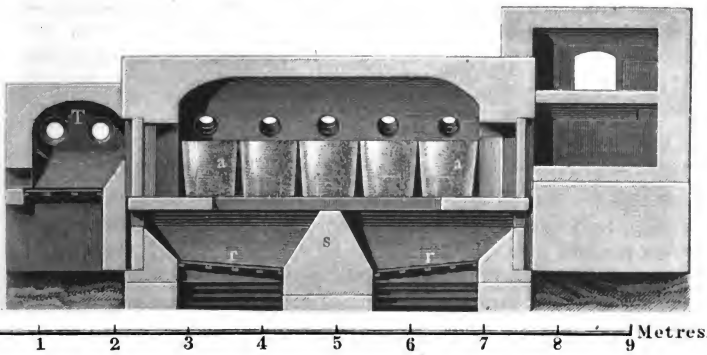
Maßstab für Fig. 45, 44 und 42.

Ofen fließende Glas abfließen soll. Sie werden gewöhnlich mit einem Thonpfropf verstopft und dieser nur durchgestoßen, wenn es nöthig ist. Diese Einrichtung entspricht aber nicht vollständig genug ihrem Hauptzwecke, verhindert nicht einmal vollständig das Einlaufen des Glases zwischen die Roststäbe. Man bringt daher häufiger an der Stelle der Unterbrechung zwei gegeneinander geneigte schiefe Ebenen, wie *s* Fig. 46 an, der Sattel genannt. Der Sattel wird aus gebrannten feuerfesten Steinen aufgemauert, und die dem Feuer zugekehrte Lage aus größeren Thonplatten gebildet. Die beiden schiefen Ebenen läßt man entweder unmittelbar zusammenstoßen, oder wie die Figur zeigt, in eine mehr oder weniger große horizontale Fläche endigen. Die Höhe des Sattels ebensowohl, wie die

Digitized by Google

Größe desſelben überhaupt, läßt man in der Praxis, je nach der Beſchaffenheit der Kohlen variiren. Der Raum nämlich, welcher einerſeits von der Schürlochmauer, anderſeits von der Seitenfläche des Sattels gebildet wird und den Roſt zur Baſis hat, wird mit Kohlen ganz ausgefüllt, ſo daß das Brennmaterial eine Schichthöhe von mehreren Fußen erhält. Was wir beim Holze auf dem Wege

Fig. 46.



der theoretiſchen Betrachtung erſchloſſen hatten, iſt durch dieſe Art der Heizung praktiſch beſtätigt. Man führt nämlich eine Kohlenoxydverbrennung (unvollſtändige oder »intenſive Verbrennung« nach Schinz) herbei. Es ſcheint uns jedoch, als ob man dabei viel zu weit ginge, denn in vielen franzöſiſchen und belgiſchen Oefen, welche auch in der Gegend von Saarbrücken gebräuchlich ſind, macht man den Sattel bis zu 3,5′ (1 Meter), folglich die Brennſtoffſchicht eben ſo hoch, was wir für entſchieden unvortheilhaft halten.

Um bei der Anlage des Feuerheerdes nicht ganz dem Zufalle und dem ungefähren Dafürhalten preisgegeben zu ſein, hat man von der Frage auszugehen, wie viel Brennmaterial in der Stunde, oder der Zeiteinheit überhaupt, zu verbrennen iſt. Nehmen wir daher beiſpielsweiſe an, man wolle 8 Häfen à 6 Centner Glas in den Ofen bringen und brauche, um die 48 Centner Glas zu ſchmelzen, $4 \times 48 = 192$ Centner Holz oder Braunkohlen, oder $2 \times 48 = 96$ Centner Steinkohlen. Dauert nun die Schmelzung 24 Stunden, ſo ſind in der Stunde 8 Centner Holz oder Braunkohlen, oder 4 Centner Steinkohlen zu verbrennen.

Nach Schinz fordert die intenſive Verbrennung von:

10 Pfund	Holz	pro Stunde	0,14	□′	Roſtfläche bei	3,5′ Schichthöhe
10 »	Steinkohlen	» »	0,2	□′	» »	0,66′ »
10 »	Braunkohlen	» »	0,2	□′	» »	1,5′ »

Hiernach müßte der Roſt unſeres Ofens ſein für:

. . Holz $= 80 \times 0{,}14 = 11{,}2$ □′

Braunkohlen / Steinkohlen $= 80 \times 0{,}2 = 16$ □′

Digitized by Google

Nach sehr genauen Versuchen von Hartwig nehmen im Mittel 173,5 Pfund Steinkohlen einen Raum von 7900 Kubikzoll oder 100 Pfund Steinkohlen 4553 Kubikzoll = nahezu 2,6 Kubikfuß = 0,0586 Kubikmeter ein.

Das gleiche Gewicht Braunkohle erfüllt (nach den Beobachtungen Hartwig's berechnet, nämlich 142,8 Pfund pro 7900 Kubikzoll) 3,16 Kubikfuß und das gleiche Gewicht Holz (das specif. Gewicht zu 0,5 im Mittel und $^1/_3$ Hohlraum beim Messen angenommen) nahezu 6,6 Kubikfuß Raum. Folglich brauchen, wenn der Heerd den stündlichen Bedarf fassen soll:

400	Pfund	Steinkohlen	10	Kubikfuß
800	»	Braunkohlen	25,3	»
800	»	Holz . .	52,8	»

Heerdraum.

Die Häfen à 6 Centner Glas haben nach früheren Angaben 24" oberen Durchmesser, vier derselben stehen auf einer Bank, folglich sind die inneren Durchmesser des Ofens 96" und 64". Wir erhalten demnach für die Breite des Rostes 16", und da wir 16 □' Rostfläche bei 0,66' Schichthöhe brauchen, so müßte unser Rost 12' lang sein, was aus schon angeführten Gründen unzweckmäßig sein würde. Erhöhen wir aber die Schicht um das Doppelte, was wohl zulässig sein dürfte, so reichen 5' bis 7' Rostlänge aus. Geben wir dem Sattel eine Länge von 3' und legen zwei Roste à 3' Länge an, so werden dieselben $^1/_2$' über den inneren Durchmesser des Ofens hinausreichen, was ganz gut thunlich ist.

Vergrößern wir die Schichthöhe dagegen nur um die Hälfte, so brauchen wir einen 8' langen Rost und müssen ihn bei gleichen Dimensionen des Sattels an jedem Ende $1^1/_2$' über den inneren Ofendurchmesser vortreten lassen. Auch dies würde nicht die geringste Schwierigkeit darbieten.

Es bleibt uns aber noch eine dritte Ausführungsart, indem wir den Querdurchmesser des Ofens vergrößern und den Zwischenraum zwischen je zwei gegenüberstehenden Hafenrändern = 24" machen. Dann erhalten wir einen Rost von 24" Breite, der bei 8' Länge hinreicht, um das erforderliche Brennmaterial in der normalen Schichthöhe aufzunehmen.

Welche von den drei Ausführungsarten ist nun aber die beste?

In Ermangelung praktischer Anhaltspunkte geben wir der zweiten den Vorzug, sprechen aber auch bei dieser Gelegenheit, wie wir schon gethan haben, im Interesse der Glasfabrikation den Wunsch aus, daß sorgfältige Versuche angestellt werden möchten, um feste Grundsätze für den Ofenbau zu erlangen.

Wir sind bei unseren Berechnungen von der Voraussetzung ausgegangen, daß in 24 Stunden die Schmelzung ausgeführt werde, weil gewöhnlich die pro Stunde zu verbrennende Brennmaterialmenge als Ausgangspunkt für die Anlage des Rostes dient. — Die Schmelzung dauert aber bisweilen länger, bisweilen weniger lang. Unsere Voraussetzung ist also nicht ganz geeignet, bei der Heerdanlage als Grundsatz benutzt zu werden. Wir geben deshalb als solchen die Länge des Rostes und die Schichthöhe, wobei wir annehmen, daß ein Rost nicht über 4' Länge haben dürfe, um regelmäßig bedient werden zu können, und die Schichthöhe für:

Digitized by Google

Holz	3,5′
Braunkohlen	2,5 bis 3′
Steinkohlen	1 bis $1\frac{1}{2}$′

nicht überschreiten solle. Hiernach würden wir nun die früher nach praktischen Ausführungen angegebene Höhe der Bänke corrigiren und glauben, daß sie sein müsse für:

Holz	42″
Braunkohlen	30″ bis 36″
Steinkohlen	18″ bis 24″

Wir haben endlich die von uns berechnete Brennmaterialmenge als Norm angenommen und glauben, nicht mit Unrecht, da offenbar Alles, was mehr verbraucht wird, nicht verbraucht werden sollte.

Bezüglich des Schürgewölbes gilt das bei den Holzöfen darüber Angeführte auch bei den Kohlenöfen und ist dasselbe bei *CC* Fig. 45 im Grundrisse angegeben.

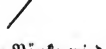
Zu beiden Seiten des Rostes wird mit trocknem Schutt aufgefüllt und dieser festgestampft, wie es in Fig. 42 und 44 bei *O* angedeutet ist, um dadurch eine ebene Unterlage für das Aufmauern der Bänke zu gewinnen.

Die obere Breite der Bänke muß dem oberen Durchmesser der Häfen gleich sein.

Man mauert nun dieselben entweder ganz gerade auf (auch Fig. 39), oder

giebt ihnen eine geringe Böschung (auch Fig. 44 *d*), wodurch die Breite an

der Basis um mehrere Zolle größer, dafür aber der Rost um ebenso viel verschmälert wird. Die Böschung scheint neben größerer Festigkeit den Vortheil zu gewähren, daß die Flamme veranlaßt wird, sich beim Aufsteigen seitlich auszubreiten und die Häfen mehrseitiger zu treffen. Bisweilen findet man jedoch auch Gestalten, wie diese

oder  , wovon die erste offenbar unzweckmäßig ist.

Der untere Theil der Bänke wird aus Steinen von gewöhnlicher Größe gemauert, die, wie alle Steine bei diesem Ofenbau, durch Thonbrei (coulis, aus derselben Masse, woraus die Häfen selbst bestehen) an Stelle des gewöhnlichen Mörtels miteinander verbunden werden. Zuvor werden die Steine sorgfältig unter Mitwirkung von Sand aneinander gerieben, um dicht aneinander zu schließen, und zur Verbindung wird möglichst wenig von diesem Mörtel genommen. Man kann jedoch auch für diese Theile besondere Steine von größeren Dimensionen formen lassen und zwar zwei verschiedene Arten, nämlich für die unterste Schicht »Unterlagen«, und für die Mittelschicht »Zwischenlagen«, deren Größe nach den Dimensionen der Bänke so zu berechnen ist, daß 3 bis 4 Stücke für jede Schicht genügen.

Die oberste Schicht, »Schalen«, wird dann aus 6″ bis 7″ dicken Platten gebildet, wovon man für jeden Hafen eine Platte legt. Die Schalen müssen 3″ bis 4″ unter die Brustmauer reichen, und sind entweder überall von gleicher Dicke,

Digitized by Google

oder sie werden vorn bis zu 3" dicker gemacht, damit die Häfen eine gegen die Brustmauer geneigte Stellung erhalten. Dies geschieht theils, wie wir schon angeführt haben, um das auslaufende Glas am Abfließen in den Heerd zu verhindern, theils weil man es für schädlich hält, die oberen Hafenränder über die Bank hinaustreten zu lassen.

Man stellt jedoch die oberste Lage auch aus 3" bis 4" dicken, 6" (140 Millimeter) hohen und entsprechend längen Steinen her, welche mit den breiten Seiten nebeneinander gestellt und innig verbunden werden.

Sollen nun die Bänke eine Böschung erhalten, so wird bei Anwendung lufttrockener Steine mittelst einer Säge oder eines anderen passenden Instrumentes das Ueberflüssige abgeschnitten, oder man giebt bei Anwendung größerer oder gebrannter Steine ihnen die entsprechende Gestalt beim Formen schon vorher.

Da auf solchen Bänken die Häfen nie von allen Seiten erhitzt werden können, so hat Chance einen Ofen mit Bänken ganz verschiedener Art construirt, welcher in den Figuren 47, 48 und 49 vollständig dargestellt ist. Der Feuer-

Fig. 47.

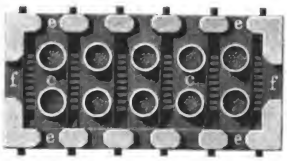
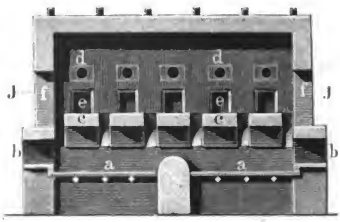
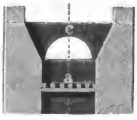


Fig. 48.



raum ist von fünf Bogen, *cc*, überwölbt, welche je zwei Häfen tragen. Die Bogen sind durch Zwischenräume getrennt, durch welche von den Rosten *aa* die Flamme hindurchschlägt. Wenn die Bogen Festigkeit genug besitzen, um nicht zu häufige Reparaturen nothwendig zu machen, so ist diese Einrichtung ohne Zweifel eine sehr zweckmäßige.

Fig. 49.



Den gleichen Zweck, nämlich die vollständigere Erhitzung der Häfen, zugleich aber auch eine vollständigere Verbrennung des Brennmaterials, sucht Deeley in seinem schon erwähnten, Fig. 50 und 51 dargestellten Ofen zu erreichen.

Die horizontalen Roststäbe *ff* liegen auf im Mauerwerk befestigten Trägern *f'f'* und sind mit den geneigten Roststäben *gg*, welche durch Träger *ii* gestützt werden, beweglich verbunden. Diese Träger gehen durch das Mauerwerk hindurch und können höher oder niedriger gelegt werden, wodurch den Stäben *gg* eine mehr oder weniger geneigte Lage gegeben werden kann. Durch *h* wird der Rost mit Brennmaterial angefüllt und fortwährend gefüllt erhalten; durch den Canal *J* wird die Luft zugeführt.

Digitized by Google

Die an zwei gegenüberliegenden Seiten angebrachten Essen *ee* vermitteln die Erhitzung der Häfen. Das Gefäß *bb* scheint nur aus einer Thonplatte zu bestehen,

Fig. 50.

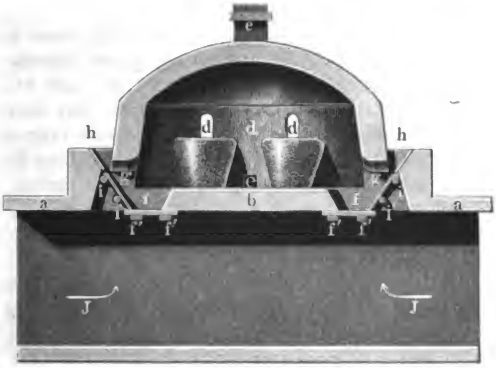
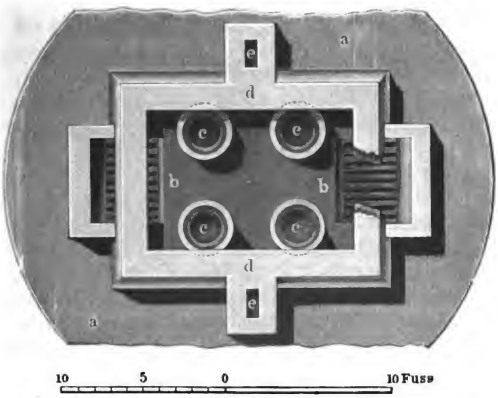


Fig. 51



welche durch die Träger *f' f'* getragen wird. Jedenfalls ist eine solche Platte dem Reißen und der zerstörenden Wirkung des auslaufenden Glases sehr ausgesetzt und daher ihre Anwendung bedenklich. Auch ist der Heizraum dieses Ofens unverhältnißmäßig groß; die Einrichtung der Roste dagegen, wie auch der Essen erscheint sehr zweckmäßig.

In der Höhe der Bänke bringt man für jeden Hafen eine etwa 6″ (140 Millimeter) hohe und weite Oeffnung, *ee* im Ofen von Chance, *aa* Fig. 44, 45 und 46, »Aufbrechloch«, in der 12″ bis 14″ (280 bis 320 Millimeter)

Digitized by Google

dicken Umfangsmauer an. Diese Oeffnung ist während der regelmäßigen Arbeit durch einen mit Thon befestigten Vorsetzer geschlossen, sie wird aber geöffnet, wenn ein Hafen ausläuft, um eine Brechstange durch dieselbe einführen und den Hafen von der Bank, auf welcher er durch das ausgelaufene Glas festsitzt, aufheben, »aufbrechen«, zu können.

Die Umfangsmauer wird nun weiter bis zur Höhe des oberen Hafenrandes gerade aufgemauert. Man bedient sich dazu der sogenannten Kastensteine, welche für geradwandige Oefen beispielsweise 2′ 10″ lang, 1′ breit und $5\frac{1}{2}$″ dick (im lufttrocknen Zustande) gemacht werden können. Für runde oder elliptische Oefen muß ihre Gestalt selbstverständlich der Kreislinie oder Ellipse entsprechen. Von dem oberen Hafenrande ab nimmt in der Regel das Gewölbe seinen Anfang. Um die Wärmeabgabe nach Außen zu vermindern ist vorgeschlagen worden, eine zweite Mauer von gewöhnlichen Steinen in einem gewissen Abstande von der innern Umfassungsmauer aufzuführen, doch geschieht dies unseres Wissens gewöhnlich nicht.

Die Construction des Gewölbes (Kappe, voûte, couronne, vault) ist für die Leistungsfähigkeit des Ofens von großem Einflusse, weshalb wir schon früher hervorhoben, daß die Höhe desselben nicht von dem Durchmesser des Ofens abhängig gemacht werden sollte. Die erste Regel muß vielmehr die sein, es so niedrig als möglich zu machen. Wir würden eine Höhe von 12″, gemessen vom Mittelpunkte einer über die Häfenränder gelegten Ebene in allen Fällen für ausreichend halten, wenn nicht die praktische Rücksicht auf die Festigkeit des Gewölbes es nöthig machte, den Oefen von größeren Dimensionen ein höheres Gewölbe zu geben. Nehmen wir daher 12″ als Minimum, so würden 18″ als Maximum zu betrachten sein.

Wir haben die Ansicht aussprechen hören, daß ein höheres Gewölbe nothwendig sei, um den Zug zu befördern, müssen aber bemerken, daß diese Rücksicht bei der Construction des Gewölbes nicht maßgebend sein darf. Wir finden darin nur um so mehr Veranlassung, die Nothwendigkeit der Anlage einer Esse hervorzuheben, welche weit besser diesen Dienst zu verrichten geeignet ist.

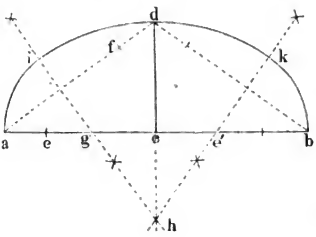
Was die Gestalt des Gewölbes betrifft, so kann diese aus praktischen Rücksichten kein einfacher Kugelabschnitt sein. Die aus den Häfen sich verflüchtigenden Alkalien treffen, wie schon öfter erwähnt, das Gewölbe und bilden mit der Substanz desselben eine schmelzbare Verbindung, welche von einer reinen Kugelfläche an allen Stellen abtropfen, somit auch in die Häfen einfallen und das Glas verunreinigen würde. In der Praxis hat sich dagegen ein im oberen Theile möglichst flaches nach den Seiten steil abfallendes Gewölbe am besten bewährt, indem bei dieser Gestalt die geschmolzenen Tropfen oben stark adhäriren und an den Seiten schnell ablaufen, ohne abzutropfen. Diese praktisch bewährte Gestalt construirt man auf folgende Weise:

Ist ab, Fig. 52, die Weite und cd die Höhe der Wölbung, so verbinde man a mit d und schneide auf ad von d aus die Differenz der halben Weite und der Höhe des Gewölbes, also $ac - ad = ae$ ab, wodurch man den Punkt f erhält. Die Länge af wird nun halbirt und im Halbirungspunkte eine Senkrechte errichtet, die man abwärts verlängert, bis sie die verlängerte

Digitized by Google

Linie *cd* in *h* schneidet. Zieht man jetzt die Kreisbögen *ik* mit dem Radius *hd*, *ia* mit dem Radius *ag* und *kb* mit dem Radius *eb* = *ag*, so ist der Bogen *aid k b* die gesuchte Wölblinie.

Fig. 52.



Alle übrigen Einrichtungen, welche vorgeschlagen worden sind, um das Einfallen von Tropfen in die Häfen zu verhindern, übergehen wir absichtlich, weil sie sich nicht als praktisch anwendbar bewährt haben.

Bei Benutzung bedeckter Häfen ist man selbstverständlich durch die angeführte Rücksicht nicht bestimmt, von der Kugelgestalt bei Construction des Gewölbes abzugehen.

Für jeden Hafen setzt man beim Beginn des Gewölbes einen »Ringstein« ein, aus welchem später die Arbeitsöffnung (ouvreau, working-hole), deren Weite sich nach der Größe der zu fertigenden Gegenstände richtet, kreisrund wie in Fig. 46, oder von der Gestalt *l* Fig. 35, einige Zolle über dem Hafenrande in der durch *b* Fig. 44 angedeuteten Weise ausgeschnitten wird (oder bei gebrannten Steinen schon geformt ist). Es muß die Arbeitsöffnung so beschaffen sein, daß der Arbeiter mit der Pfeife, wie die bei *b* angebrachte Linie andeutet, bis auf den Boden des Hafens gelangen kann, um diesen möglichst vollständig auszuarbeiten.

Für jede Arbeitsöffnung ist ein »Vorsetzer,« eine Platte nöthig, um sie damit verschließen zu können. Neben der Arbeitsöffnung, oder in der Höhe der Bänke bringt man häufig eine Oeffnung von etwa 2″ (5 Centimeter) Weite an (z. B. *ll* Fig. 56), durch welche beim Arbeiten die Pfeife in den Ofen gesteckt wird, um angewärmt zu werden. Diese Oeffnungen können dann zugleich als Luftzuführungscanäle dienen, was bei der im Glasofen stattfindenden intensiven Feuerung geradezu nothwendig ist.

Das Gewölbe wird dann weiter mit nach der eben angegebenen Gewölbelinie geformten Steinen, »Kuppensteinen,« aufgebaut, welche beispielsweise 2′ lang, 10″ breit, an der innern Seite $3^3/_4$′, an der Außenseite $4^3/_4$″ dick sind. Geübte Arbeiter construiren das Gewölbe mit solchen Steinen ohne Weiteres. Für solche aber, welche noch nicht so viel Uebung haben, setzt man ein Lehrgerüste ein, welches auf den Bänken aufgesetzt wird. Ueber jedem Schürloche werden die beiden Seiten des Ofens, wie bei dem Holzofen, durch einen Bogen verbunden, welcher das Schürlochgewölbe bildet. Ueber diesem Bogen kann man, wenn er niedrig gehalten wird, eine große Thonplatte einsetzen, die hinweggenommen werden kann, um die Eckhäfen in den Ofen zu bringen. Eine ähnliche mit einer Thonplatte zu verschließende Oeffnung läßt sich auch auf jeder Bankseite zum Einsetzen der mittleren Häfen anbringen. In früherer Zeit bedeckte man das Gewölbe noch mit einer Thonschicht (la chemise), um die Wärmeabgabe nach Außen zu verhindern, was aber in neuerer Zeit nicht mehr geschieht, weil der be-

Digitized by Google

absichtigte Zweck nicht in bemerkbarer Weise dadurch erreicht, wohl aber das Gewölbe bedeutend beschwert wird.

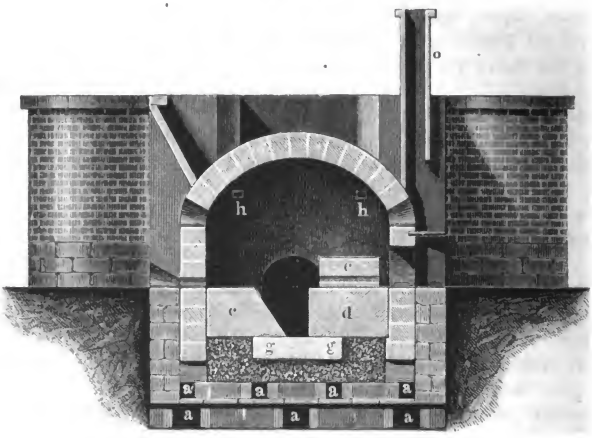
Zwischen je zwei Arbeitsöffnungen werden in der Regel, jedenfalls aber dann, wenn der Arbeiter seinen Gegenstand vor der Arbeitsöffnung fertig zu machen hat, sogenannte »Schirmmauern,« von der Basis des Ofens an bis etwas über die Arbeitsöffnungen aufgeführt (*FF* Fig. 44 und 45). Diese Schirmmauern werden mit gewöhnlichen Backsteinen gebaut und brauchen nicht mehr als 6″ dick und im Maximum 2′ vorspringend zu sein, da sie nur den Zweck haben, den Arbeiter vor der Wirkung der strahlenden Wärme aus den seitlichen Arbeitsöffnungen zu schützen.

Fig. 53.

Gegen die strahlende Wärme seiner eigenen Arbeitsöffnung dagegen kann der Arbeiter durch Anbringung eines Schirmbleches *a* Fig. 53 und *c* Fig. 44 in der Höhe des Gesichtes geschützt werden, welches in einem rechten oder stumpfen Winkel an der Schirmmauer befestigt wird.

Um endlich die Hitze am Arbeitsplatze überhaupt etwas zu mäßigen, ist es zweckmäßig, kleine Luftessen *o* Fig. 54, oder den schon als Mittel zur Beförderung des Zuges empfohlenen Mantel von Blech über dem

Fig. 54.



Ofen anzubringen, der bei den englischen Bleiglasöfen Fig. 55 durch das Gewölbe *c* ersetzt wird und bei den später anzuführenden Hohl- und Tafelglasöfen zu sehen ist (Seite 132 und 133, Fig. 181 und 182).

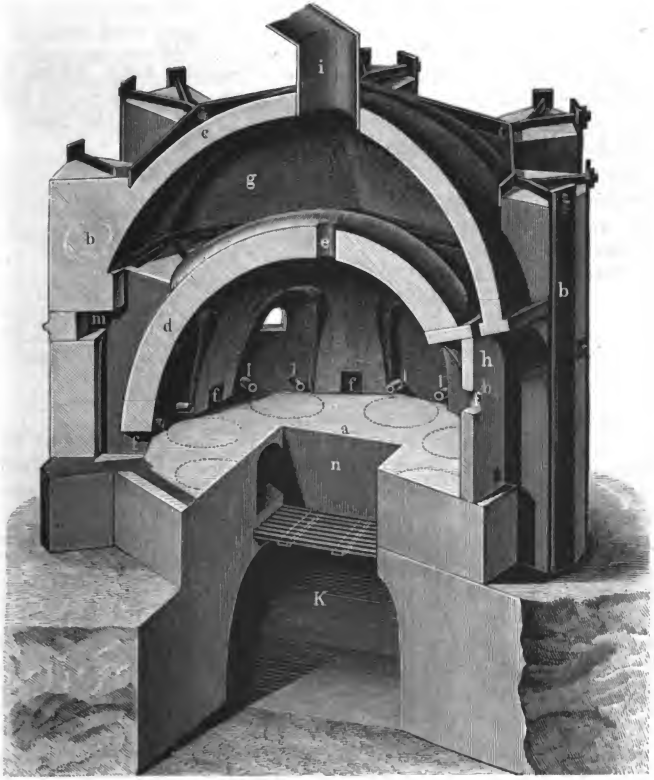
Große Oefen müssen überdies mit einer Verankerung versehen werden.

Die Kosten des Ofenbaues, wozu die Anlage des Canales gewöhnlich nicht gerechnet wird, variiren am meisten nach dem Preise des Thons, sie lassen

Digitized by Google

sich jedoch annähernd berechnen aus der Zahl der Häfen, die der Ofen enthalten soll. Es ist nämlich eine praktische Regel, daß ein Ofen mit kleinen Häfen

Fig. 55.



(bis zu 3 Centner Glas) so viel Mal 100 Thaler (175 Gulden oder 375 Francs) kostet, als er Häfen enthält. Wir glauben, daß dieser Satz in keinem Falle zu niedrig sein werde, da uns versichert worden ist, daß der früher beschriebene böhmische Ofen für 300 Gulden hergestellt werden könne, wenn der Thon nicht mehr als 10 Neugroschen pro Centner koste.

Um eine genauere Berechnung anzustellen, muß man wissen, wie viel Centner Masse der Ofen erfordert und wie viel Arbeitslohn der Bau kostet. Als Beispiel führen wir einen Ofen an, der aus lufttrockenen Steinen erbaut wurde. Für diesen wurden verbraucht

Digitized by Google

zu Gefäßsteinen . . .	313	Centner Masse
» Bankplatten . . .	48	» »
» Kastensteinen . . .	230	» »
» Kuppensteinen . . .	123	» »
	714	Centner Masse.

Der Centner Thon kann von 6 bis 25 Neugroschen kosten, nehmen wir 20 Neugroschen an und berechnen $^1/_3$ vom obigen Gesammtgewicht = 238 Centner als Thon mit . . . . . 158 Thaler.

Zwei Drittel der Masse bestehen aus Sand, Scherben oder gebranntem Thon, die wir mit 10 Neugroschen pro Centner (im zerkleinerten Zustande) berechnen können . . . . . 158 »

Für das Zurüsten der Masse und das Formen können pro Centner 2 Neugroschen ausreichen . . . . . 48 »

An Arbeitslohn für 28 Tage:

1 Meister à 2 Thaler pro Tag	56	»
3 Gesellen à 1 Thaler pro Tag	84	»
	504	Thaler

= 882 Gulden = 1890 Francs.

Dieser Ofen enthielt aber 10 Häfen à 6 Centner Glas.

Die Dauer eines Kohlen- oder Holzofens für bleifreies Glas rechnet man allgemein zu 10 bis 11 Monaten, d. h. nach dieser Zeit ist der Ofen vom Heerde auf neu zu bauen, während im Laufe derselben hier und da Reparaturen daran vorgenommen werden müssen. Bleiglasöfen haben durchschnittlich die doppelte Dauer.

Nach Beendigung des Baues wird der Ofen mit größter Vorsicht durch ein anfänglich sehr geringes Feuer ausgetrocknet und angewärmt. Nach und nach wird das Feuer verstärkt, so daß nach etwa 14 Tagen der Ofen in Gluth steht. Sobald dies der Fall ist, beginnt das Einsetzen der Häfen (emplacement ou enfournement des pots — setting of new pots), eine höchst beschwerliche Arbeit, weil die Häfen selbst, eben so gut als der Ofen, sich in voller Gluth befinden und in größter Eile in den Ofen kommen müssen, um nicht abzukühlen und in Folge dessen zu zerspringen.

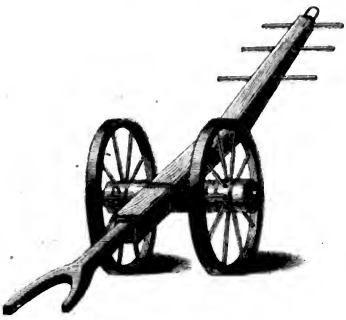
33 **Das Einsetzen der Häfen** beginnt mit dem Ausnehmen derselben aus dem Temperofen. Zu diesem Ende müssen sie zuerst so auf die Seite gelegt werden, daß ihre Mündung dem Mundloche des Ofens zugekehrt ist, und dies geschieht auf folgende Weise: die Häfen sind im Aufwärmeofen (Temperofen) auf drei Backsteine (s. Fig. 38) so aufgestellt, daß der eine Stein dem Mundloche des Ofens zugekehrt ist. Dieser wird zuerst mit einem eisernen Haken hinweggezogen, nachdem der Hafen mittelst einer eisernen Stange, die an seinem obern Theile angesetzt wird, etwas nach hinten geneigt worden ist. Dadurch nimmt er eine nach vorn geneigte Lage an und ein Arbeiter führt nun eine eiserne Gabel in seine Mündung, während zwei andere mit eisernen Haken seinen oberen Rand fassen und ziehen, um ihn umzulegen. Als Auflagerung für die eiserne Gabel dient eine eiserne Stange,

Digitized by Google

welche quer vor das Mundloch des Ofens in zwei an den eisernen Stangen *ee* Fig. 36 befestigte Haken eingelegt ist. Das Niederlegen des Hafens kann auf diese Weise ganz sicher und langsam ausgeführt werden; damit derselbe aber dabei keinen Schaden leide, ist die Sohle des Ofens vor ihm mit glühenden Kohlen bestreut, welche ein weiches Lager bilden.

Ist der Hafen umgelegt, so wird er aus dem Temperofen heraus und durch das Schürloch (oder die besonders dazu bestimmte Oeffnung) in den Heerdraum des Schmelzofens eingebracht, indem zuerst eine auf einem zweirädrigen Wagen befestigte eiserne Gabel Fig. 56 (oder Schiene), in den Hafen bis auf den Boden eingeführt, die Gabel dann durch Niederdrücken des Hebels gehoben, der Wagen zurückgezogen, vor das Schürloch (oder die Oeffnung) geführt und der Hafen auf den Heerd, der zuvor mit Holz oder Kohlen belegt worden ist, niedergelegt wird.

Fig. 56



Jetzt muß der Hafen aufgerichtet und in aufrechter Stellung auf die Bank gehoben werden. Zu diesem Zwecke zieht man die Gabel zurück, schiebt sie unter den Hafen und drückt den Hebel nieder, während drei Arbeiter, einer von dem gegenüberliegenden Schürloche her, zwei andere durch einander gegenüberliegende Arbeitslöcher, den Rand des Hafens mit eisernen Haken fassen, um ihn am Umfallen zu verhindern. Steht der Hafen, so schiebt man die Gabel unter den Boden und drückt den Hebel so weit nieder, daß jener bis zur Höhe der Bänke gehoben wird, indeß die drei Arbeiter, wie vorher, den Hafen in seiner Stellung erhalten. Die Gabel wird nun seitlich nach der Stelle, wo der Hafen stehen soll, bewegt und zwei Arbeiter fassen seinen Rand mit ihren eisernen Haken, welche sie beide durch das dem Hafen zugehörige Arbeitsloch gesteckt haben.

Das vollständige Anrücken auf die rechte Stelle ist nun leichter, wenn der Hafen einen nach Innen umgebogenen Rand hat, denn an diesen läßt sich der eiserne Haken ansetzen und durch Ziehen der Hafen selbst sich an der einen Seite heben. Rückt man dann die Gabel seitlich nach dem entgegengesetzten Rande des Bodens und hebt und schiebt damit den Hafen nach der Wand des Ofens, so ist in kurzer Zeit die Arbeit beendigt. Ist kein umgebogener Rand vorhanden, so muß die seitliche Hebung des Hafens dadurch bewirkt werden, daß ein Arbeiter eine eiserne Stange zwischen die Brustmauer und den Hafen einstemmt und letzteren an seinem oberen Theile nach Innen abdrückt, während ein anderer mit dem eisernen Haken ihn nach der entgegengesetzten Richtung zieht. Die Gabel arbeitet dabei auf dieselbe Weise wie vorher.

Digitized by Google

Das Ausnehmen alter Häfen aus dem Ofen geschieht auf ähnliche Art, nur beginnt man mit dem Aufbrechen, indem man durch das Aufbrechloch eine eiserne Stange unter den Boden des Hafens schiebt, um letzteren von der Bank zu trennen, an die er gewöhnlich angefrittet ist. Die weiteren Operationen sind dann in umgekehrter Ordnung dieselben, wie sie soeben für das Einbringen in den Ofen beschrieben wurden.

Am allgemeinsten werden die Häfen unmittelbar auf die Bänke gesetzt, doch giebt es auch Hütten, in welchen es gebräuchlich ist, dieselben auf drei Steine, wie in den Temperöfen, zu stellen. Nach dem Schmelzen wird der der Brustmauer zugekehrte Stein durch das Aufbrechloch herausgezogen, wodurch der Hafen eine für die Ausarbeitung sehr passende Stellung erhält. Diese Art der Aufstellung mag etwas beschwerlicher sein als die gewöhnliche, sie hat aber, neben dem soeben angeführten auch noch den Vortheil, daß die Häfen auch am Boden Hitze erhalten und vom auslaufenden Glase nicht so vollständig berührt werden.

E. Die eigentliche Schmelzarbeit (Fusion, melting).

34 **Die Vorbereitung der Häfen und das Eintragen oder Einlegen.** Bevor der Satz in die Häfen eingetragen wird, muß in denselben, wenn sie ganz neu sind, wie hier vorausgesetzt ist, altes Glas geschmolzen werden, um sie damit zu durchtränken oder wenigstens innerlich zu überziehen, weil sonst die Flußmittel des Satzes zu stark auf sie einwirken würden. Ist dies geschehen, so füllt der »Schmelzer« (fondeur, founder) mit Hülfe einer Einsatzschaufel alle Häfen so schnell als möglich mit abwechselnden Lagen von Glasbrocken und frischem Gemenge vollständig an und der Schürer hat nun darauf zu sehen, daß der Ofen in die größte und gleichförmigste Hitze kommt und darin erhalten wird. Da hiervon die Dauer der Schmelzzeit zum Theil abhängt, so muß der Schürer von dem Schmelzer oder Schmelzmeister (einem der ersten Arbeiter, »Fertigmacher«) überwacht werden, und ist es gewiß nicht vortheilhaft, das Schüren einem »Jungen« zu überlassen, wie es in manchen Hütten geschieht. Auch ist beständig darauf zu achten, ob nicht ein Hafen schadhaft geworden ist. Sobald die Kieselerde auf die vorhandenen Basen einwirkt, entwickelt sich aus den kohlensauren Verbindungen derselben die Kohlensäure, aus den schwefelsauren die schweflige Säure unter Aufschäumen; ist aber die Glasbildung vollendet, so fließt die Masse ruhig und dies dient dem Schmelzmeister als Zeichen der vollendeten Schmelzung.

Es begreift sich leicht, daß der Satz, welcher als lockere Masse den Hafen erfüllte, nach dem Zusammenschmelzen ihn nicht mehr auszufüllen im Stande ist. Um daher den Hafen mit Glas gefüllt zu erhalten, wird nach dem Niederschmelzen der ersten Partien des Satzes (und nach Befinden Abschäumen der Glasgalle) eine zweite Portion eingetragen und weiter ebenso verfahren, wie zuerst. Die dritte Portion ist gewöhnlich die letzte. Der erste Einsatz ist der Masse nach der größte und seine Schmelzung dauert in der Regel 6 bis 7 Stunden oder die Hälfte der eigentlichen Schmelzzeit. Die zweite Portion Satz ist kleiner und erfordert 3 bis 4 Stunden (etwa $^1/_4$ der Schmelzzeit) zum Schmelzen. Die letzte Portion, als die kleinste, schmilzt in 2 bis 3 Stunden nieder.

Digitized by Google

Die Glasgalle (fiel de verre, sandiver, glass-gall). Waren im Satze Chlorverbindungen oder schwefelsaure Salze vorhanden, welche von der Kieselerde nicht zersetzt werden können, oder sind die schwefelsauren Verbindungen nicht durch Kohle hinreichend zerlegt worden, sind überhaupt Stoffe außer Verbindung mit der Glasmasse (d. h. mit der Kieselerde) geblieben, so begeben diese sich theils auf den Boden der Häfen, zum größten Theile aber treten sie auf die Oberfläche des geschmolzenen Glases und bilden die »Glasgalle«, welche mittelst durchlöcherter Löffel abgeschöpft werden muß. Die Zusammensetzung dieser Glasgalle, wie sie hier beispielsweise nach Girardin folgt, zeigt, daß sie in der Glasfabrikation weiter verwendet werden kann, wenn man sie mit Kohle verschmilzt.

Glasgalle

enthielt in 100 Theilen:	von Fensterglas,	weißem Hohlglas,	Bouteillenglas.
Feuchtigkeit (durchs Liegen)	1,65	0,10	1,00
Schwefelsaures Natron	83,32	90,51	55,92
Schwefelsauren Kalk	10,35	6,00	25,11
Kochsalz	1,13	0,04	0,20
(Glas, Sand, Thon, phosphorsauren Kalk)	3,35	3,30	17,77

Wie es möglich ist, daß die Glasgalle die Häfen stark angreift, was von vielen Praktikern behauptet wird, läßt sich aus der chemischen Zusammensetzung nicht erklären.

Ist die Glasgalle sorgfältig abgeschöpft, so ist abermals der Hafen noch nicht vollständig mit Glas gefüllt; es werden daher, um ihn voll zu machen, schließlich noch Brocken von ganz reinem Glase zugegeben.

Da der Satz gewöhnlich kalt eingetragen wird, so findet dadurch eine beträchtliche Abkühlung statt, welche zur Verlängerung der Schmelzzeit beiträgt. Zweckmäßiger würde es daher sein, das Gemenge vorher zu erhitzen.

Das Läutern (affinage, refining). Obgleich nach dem Zusammenschmel- 35
zen des Eingetragenen die auf der Oberfläche schwimmenden Unreinigkeiten sorgfältig abgeschöpft werden, so bleiben einzelne Theile davon dennoch zurück und schwimmen in der Glasmasse herum. Damit nun diese sich vollständig theils auf die Oberfläche begeben, theils auf dem Boden der Häfen absetzen, sucht man das Glas möglichst dünnflüssig zu machen, indem man es so stark als möglich erhitzt. Diese Periode des Schmelzens, in welcher das Glas nun in ganz ruhigem Fluß erhalten wird und die an die Oberfläche gekommenen Unreinigkeiten mit einer kleinen aus Glas gebildeten Krücke abgezogen werden, nennt man das Läutern, oder auch das »Heißschüren«. Sie dauert etwa 4 Stunden.

Das Ende des Läuterns wird vom »Hüttenmeister« (oder Schmelzer) dadurch bestimmt, daß er eine Portion Glas zu einer dünnen Kugel aufblasen läßt und indem er letztere gegen das Licht hält, die Beschaffenheit des erstern prüft. Ist es hierbei rein, d. h. frei von Streifen (»Schlieren«), Körnern und Blasen, befunden worden, so wird, wie es im nächsten Paragraphen beschrieben werden wird,

Digitized by Google

die »Gluth« gemacht. Das Glas muß nämlich nun etwas abkühlen, um dickflüssig und zur Verarbeitung geeignet zu werden. Diese Periode der Schmelzarbeit, welche etwa 3 Stunden Zeit erfordert, nennt man deshalb auch das »Kaltschüren«.

36 **Die Bedienung des Ofens während des Schmelzens und Arbeitens** besteht in der Sorge für das Feuer und die Beobachtung der Glashäfen. Die Schmelzdauer und die richtige Beschaffenheit des Glases hängt außer den schon angeführten Bedingungen, ganz besonders von der regelmäßigen Unterhaltung des Feuers während des Schmelzens und Arbeitens ab. Thätige und verständige »Schürer« (tiseur, stoker, teazer) sind daher ein wichtiges Erforderniß für eine Glasfabrik. Da deren Arbeit aber nicht bloß viel Aufmerksamkeit erfordert, sondern auch in hohem Grade anstrengend ist, so sind für jeden Ofen gewöhnlich zwei Schürer angestellt, damit sie sich in kürzeren Zeiträumen ablösen können. Wie der Schürer zu arbeiten hat, kann hier nicht im Einzelnen auseinandergesetzt, sondern nur auf das, worauf es hauptsächlich ankommt, aufmerksam gemacht werden. Es besteht dies darin, daß ununterbrochen eine hinreichende Menge Brennmaterial auf dem Roste zur Verbrennung kommt, und dabei möglichst wenig Rauch entsteht. Nur auf diese Weise ist es möglich, eine gleichmäßige Temperatur im Ofen zu erhalten und das Glas, wenn im offnen Hafen geschmolzen wird, vor Verunreinigung zu schützen. Dieser Forderung kann nur dadurch genügt werden, daß man zuerst beobachtet, wie viel Brennmaterial, wenn es auf die den Rost bedeckende Schicht glühender Kohlen gleichmäßig aufgeschüttet wird, plötzlich in Brand geräth, und welche Zeit es braucht, um selbst wieder in eine glühende Kohlenschicht verwandelt zu werden. Ist dies ermittelt, so hat der Schürer die gefundene Menge Brennmaterial in gleichen Zeiten, gewöhnlich alle 10 Minuten, und gleichmäßig auf dem Roste vertheilt, aufzuschütten und weiter, ebenfalls in gleichen Zeiträumen, den Rost gehörig zu reinigen, indem er von unten mit eisernen Stangen und Haken durch die Rostöffnungen fährt. Eine andere Art des Schürens besteht darin, daß man vor dem Aufgeben neuen Brennmaterials das in vollem Brande befindliche nach hinten schiebt und das neu aufzugebende an die frei gemachte Stelle legt. Die Vertheilung über den Rost erfolgt dann, nachdem es vollständig in Brand gekommen ist.

Sobald die Verarbeitung des Glases begonnen hat, darf nicht mehr geschürt werden, weil die Entstehung von Rauch beim Eintragen des Brennmaterials unvermeidlich ist, dadurch aber die Arbeit gestört und die Oberfläche der Gegenstände verunreinigt wird. Um nun nicht weiter schüren zu müssen, wird, ehe die Arbeit ihren Anfang nimmt, so viel Brennmaterial auf den Heerd gebracht, daß dasselbe hinreicht, um während 8 bis 12 Stunden das Glas im geschmolzenen Zustande zu erhalten. Der Schürer bringt deshalb auf den Heerd schichtweise grobe und kleinere Kohlen, die er mit einer Krücke oder einem flachen Eisen festschlägt, bis der ganze Heerdraum bis zur Höhe der Bänke damit angefüllt ist. Man nennt dies, wie vorhin angeführt wurde, die »Gluth« machen (faire la braise).

Die Bezahlung des Schürers erfolgt im Wochenlohn; 8 Thaler (14 Gulden, 30 Francs) in England, $2^1/_2$ bis 3 Thaler (4 Gulden 22 Kreuzer bis 5 Gulden

Digitized by Google

15 Kreuzer oder 9 Francs 37,5 Centimen bis 11 Francs 25 Centimen) in Böhmen, wofür derselbe noch beim Eintragen behülflich sein muß. Nicht unzweckmäßig würde es sein, wenn man ihm bei Abkürzung der Schmelzzeit eines bestimmten Satzes eine Prämie gewährte; dagegen bei Verlängerung derselben durch seine Schuld einen Abzug machte. Aus diesem Grunde ist es auch sachgemäß und geschieht es thatsächlich an vielen Orten, daß der Schürer nach der »Schmelze« bezahlt wird, wofür er 20 bis 25 Neugroschen (1 Gulden 10 Kreuzer bis 1 Gulden 27,5 Kreuzer oder 2 Francs 50 Centimen bis 3 Francs 12 Centimen) erhält.

Die Aufgabe des Schmelzers besteht darin, die Häfen und Schmelze von Zeit zu Zeit zu beobachten, damit die Glasgalle zur rechten Zeit abgenommen, ein schadhaft gewordener Hafen sogleich entdeckt, und, wenn nöthig, ausgeschöpft wird. — Auch der Schmelzer wird am besten nach der Schmelze und zwar um einige Groschen höher als der Schürer gelohnt, z. B. 2 Thaler 20 Neugroschen bis 3 Thaler 10 Neugroschen (4 Gulden 40 Kreuzer bis 5 Gulden 50 Kreuzer oder 10 Francs bis 12½ Francs) für jede Schmelze, wofür er sich noch einen Gehülfen zu halten hat.

Schmelzzeit. Die Dauer des Schmelzprocesses, »die Schmelzzeit«, ist bei übrigens gleich sorgfältiger Leitung abhängig vom Satze, vom Brennmaterial, von der Größe der Häfen, von der Größe und Construction des Ofens, ja selbst von der Jahreszeit oder besser gesagt der Lufttemperatur. In Böhmen, wo man mit kleinen Oefen und Häfen, und bis jetzt noch, mit wenigen Ausnahmen, bei Holzfeuer arbeitet, ist die Schmelzzeit 20 bis 24 Stunden (d. h. man nimmt als Regel an, daß wöchentlich vier Schmelzen gemacht werden) und die wöchentliche Production durchschnittlich 4000 Pfund Kalikrystall, während in Frankreich (Belgien) bei Steinkohlenfeuerung, großen Häfen und Oefen die Schmelzzeit 18 bis 24 Stunden für bleifreies und 12 bis 18 Stunden für Bleiglas ist. Die wöchentliche Production soll im letztern Falle 72000 Pfund Bleikrystall betragen [1]). Auf deutschen Hütten mit Kohlenfeuerung ist die Schmelzzeit je nach der Größe der Häfen 16 bis 24 Stunden, die wöchentliche Production 12000 bis 20000 Pfund. In England sind die Verhältnisse den französischen ähnlich. Bleiglas schmilzt in kleinen Häfen von 2 bis 6 Cubikfuß in 12 bis 18 Stunden, in größeren von 7 bis 15 Cubikfuß in 18 bis 30 Stunden.

Schmelzverlust. Bei dem Schmelzen des Satzes findet ein Verlust an Masse statt, welcher hauptsächlich in der Verflüchtigung von Alkali und Kohlensäure, im Ueberlaufen und Auslaufen von Glas, sowie in der Ausscheidung der Glasgalle, also der Unreinheit der Rohmaterialien, seinen Grund hat. Man kann denselben bei ordinären Glassorten zu 20 bis 25 Proc. veranschlagen.

---

[1]) Diese Angabe scheint uns zu hoch für die Leistung eines Ofens, denn im allergünstigsten Falle könnten 5 bis 6 Schmelzen wöchentlich gemacht und in einer Schmelze 8000 bis 10000 Pfund Glas erzeugt werden.

Digitized by Google

III. Die Formgebung.

Verarbeitung des Glases (Le travail du verre, working of the glass).

37 Es werden bis jetzt, wenn wir von kleinen Abweichungen absehen, in der Hauptsache drei verschiedene Methoden des Formens angenommen, nämlich die älteste, das Blasen, und zwei neuere, das Gießen und das Pressen; letzteres für sich allein, oder in Verbindung mit dem Gießen. Diesen könnte man noch eine vierte anreihen, das Ziehen, und zwar einfaches Ausziehen oder Ausziehen mit gleichzeitiger Drehung.

38 **Allgemeine Bemerkungen.** Wir werden die Verarbeitung des Glases nach den S. 27 aufgeführten Rubriken im Einzelnen besprechen, lassen aber, um Wiederholungen zu vermeiden, einige allgemeine Bemerkungen vorausgehen.

1. Das Blasen. So paradox es klingen mag, so wahr ist es doch, daß alles Glas, mit Ausnahme des massiven, mit dem Munde geformt wird oder doch geformt werden kann. Die innere Höhlung der Gegenstände wird nämlich dadurch erzeugt, daß das weiche Glas durch Einblasen von Luft (daher der Ausdruck »Glasbläser«, souffleur, glass-blower) ausgedehnt wird, und dazu bedient man sich eines Blasrohres, »Pfeife« (canne, blowing tube, blowing iron) genannt, Fig. 57. Eine solche ist für Hohlglas 3′ bis $4\frac{1}{2}$′ lang, von $\frac{3}{4}$″ dickem Schmiedeeisen; die lichte Weite beträgt 3 Linien. Am obern Ende, dem Mundstücke, ist sie etwas konisch und glatt zugefeilt und eine Holzröhre *a* als Handgriff darüber geschoben; am untern Ende, mit welchem das Glas aus dem Hafen genommen wird, ist ein Knopf *b* von der dreifachen Dicke der Röhre angeschmiedet, theils damit eine größere Glasmasse daran hängen bleibe, theils weil an dieser Stelle die Abnutzung bedeutend ist. Jeder Glasbläser muß mehrere Pfeifen zu seiner Verfügung haben, um damit abwechseln zu können, wenn die im Gebrauche befindliche zu heiß geworden ist. Länge und Gewicht der Pfeifen sind, je nach der Größe der zu formenden Gegenstände, verschieden.

2. Das Formen durch Blasen kann nun in der Hauptsache entweder ganz aus freier Hand, oder mit Hülfe von mehr oder weniger vollständigen Formen bewirkt werden. Im ersten Falle bedient sich der Arbeiter verschiedener Zangen und Werkzeuge zum Formen (»Auftreiben«) und zur Unterstützung seiner Hände hierbei des »Glasmacherstuhles« Fig. 58, den schon die Phönizier kannten und dessen sehr einfache Einrichtung aus der Zeichnung ohne Weiteres verständlich ist. Diese Art der Arbeit heißt daher »Stuhlarbeit«, die zweite Art neueren Ursprungs wird »Formarbeit« genannt. Für manche Gegenstände läßt sich mit Vortheil Stuhl- und Formarbeit combiniren, doch giebt es auch solche, welche nur aus freier Hand gefertigt werden können.

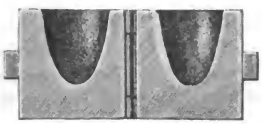
Digitized by Google

3. Die Formen (moules, moulds), welche man bei der Formarbeit anwendet, sind entweder eintheilige oder mehrtheilige (»Klappformen«, open and shut moulds) und zwar aus Holz (Rothbuche, Erle, Birnbaum), Fig. 59, oder aus Messing, aus Gußeisen oder aus Thon. Die messingenen sind die besten, die hölzernen und thönernen die gebräuchlichsten. Die messingenen Formen sind zugleich die theuersten, haben aber vor den billigeren gußeisernen den Vorzug, daß sie nicht so schnell, wie diese, durch Oxydation leiden. In Thonformen klebt das Glas sehr leicht an. Um dies zu verhindern, streicht man sie mit Harz aus, oder legt einige Strohhalme kreuzweise ein. Aus beiden entwickeln sich durch das glühende Glas Gase, welche sich zwischen diesen und der Form ansammeln und so die unmittelbare Berührung beider verhindern. Die Thonformen sind nie Klappformen und müssen deshalb, wie alle eintheilige Formen, wenn sie einen Boden haben, so eingerichtet sein, daß beim Blasen die Luft einen Ausweg findet. Zweckmäßig läßt man bei ihrer Anfertigung Wände und Boden mit Nadeln durchstechen. Die Holzformen gewähren den Vortheil, daß sie sich schnell und leicht herstellen lassen, und die Verkohlung, welche sie beim Gebrauch erleiden, ist geradezu der Politur des Glases günstig. Sie haben nur den einen Nachtheil, daß sie zu schnell ausbrennen und die richtigen Dimensionen dadurch verloren gehen.

Fig. 57.

Fig. 58.

Fig. 59.

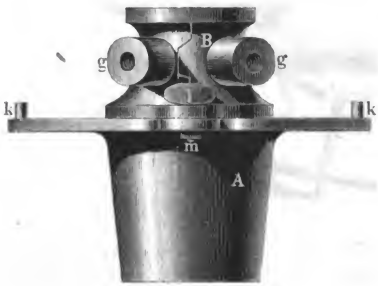


In England werden für feinere Gegenstände nur Formen von Messing angewendet, welche den ganzen Gegenstand umfassen und auch den Boden formen. Gewöhnlich sind sie dreitheilig, wie Fig. 60 u. 61 (a. f. S.), d. h. sie bestehen aus einem untern Theile *A*, den Flaschenkörper darstellend, welcher ein offener Cylinder ist, und einem oberen *B*, aus zwei durch Charniere verbundenen Hälften bestehend, welcher den Hals der Flasche formt. Fig. 60 ist eine Ansicht der geschlossenen Form,

Digitized by Google

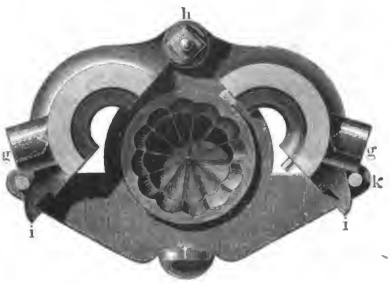
Fig. 61 eine Ansicht der geöffneten Form von oben, so daß der Boden derselben sichtbar ist. *gg* sind zwei Ansätze, in welche hölzerne Handgriffe eingeschraubt werden; bei *h* ist der Drehpunkt; *kk* sind Stifte, welche verhindern, daß die Form weiter, als erforderlich, aufgeklappt wird; *l* ist eine Flügelschraube, welche bei *m* durch eine Schraubenmutter angezogen wird und dazu dient, die beiden Enden *ii* durch Reibung festzuhalten.

Fig. 60.



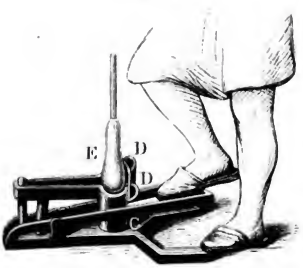
Solche Formen werden bei der Arbeit von einem Gehülfen geöffnet und zugeklappt; man hat sie daher, um einen Gehülfen zu ersparen, auch von solcher Einrichtung, daß sie durch eine Feder offen gehalten und durch einen Druck mit der Hand oder dem Fuße geschlossen werden können, oder umgekehrt. Eine Form der letztern Art nach Pellat stellt Fig. 62 dar. *C* ist ein Stück für den Körper, *DD* zwei Stücke für den Hals, welche durch einen Druck mit dem Fuße geöffnet werden und sobald dieser aufgehoben ist, sich von selbst wieder schließen.

Fig. 61.



Die meisten Klappformen sind jedoch zweitheilig und haben das Charnier an der Seite wie Fig. 59; seltener am Boden, wie Fig. 63. Letztere Form ist viereckig und die Theilung fällt in zwei Ecken, um die Gußnähte einigermaßen zu verbergen.

Fig. 62.



Beim Blasen in die Form soll, wenn irgend möglich, der Gegenstand beständig gedreht werden, um eine gleichmäßige Vertheilung des Glases zu bewirken. Diese gleichmäßige Vertheilung ist jedoch in mehreren Fällen schwierig, z. B. wenn der Gegenstand eine

Digitized by Google

weite Oeffnung hat oder Einschnürungen der Form unterhalb der Oeffnung vorkommen. In einem solchen Falle tritt das Glas beim Blasen aus der Form heraus, wo es keinen Widerstand findet, und kann in Folge dessen im Innern derselben nicht vollständig und gleichmäßig ausgeblasen werden. Diesem Uebelstande begegnet man durch das Anblasen einer »Kappe« oder »Haube« (calotte), d. h. dadurch, daß die Form, wenn sie eine eintheilige ist, an ihrem oberen Theile mit zwei nach oben sich öffnenden Klappen versehen wird, Fig. 64, welche da wo

Fig. 63.

Fig. 64.

sie aneinander stoßen, in der Axe des Gegenstandes Ausschnitte haben, um die Pfeife zu umschließen. Aus dem angeführten Grunde ist auch die Messingform Fig. 60 und 61 nicht ganz zweckmäßig und muß nach Gerke's Vorschlag einen Ansatz *cd*, Fig. 65, erhalten. — Sobald das heiße Glas in die Form eingesenkt ist, werden die Klappen mit einem geringen Drucke niedergehalten, bis das Ausblasen vollendet ist, und so das Austreten des Glases verhindert. Solche Gegenstände werden zuerst bei *a*, Fig. 66, von der Pfeife abgelöst und später bei *b*

Fig. 65.

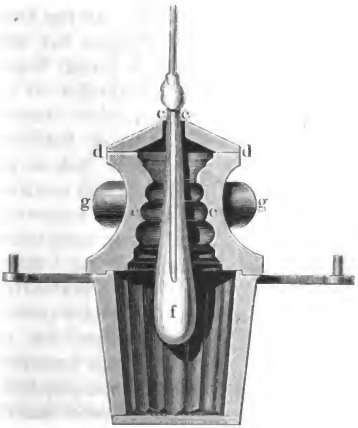
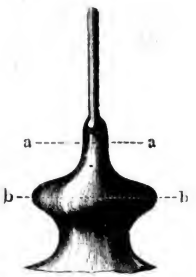


Fig. 66.



abgesprengt, was entweder durch »Schneiden« oder auf die beim Sprengen der Tafelglascylinder anzuführende Art geschieht.

Das Drehen eines Gegenstandes in der Form ist dagegen nicht möglich, wenn

Digitized by Google

in dieselbe eine Schrift, oder überhaupt Erhöhungen und Vertiefungen eingearbeitet sind. Befinden sich solche aber nur im Boden, so wird der Gegenstand so in die Form geblasen, daß er zuerst nicht mit dem Boden in Berührung kommt und folglich gedreht werden kann. Nur zuletzt wird durch einen kräftigen Stoß das Glas auf den Boden aufgedrückt.

Beim Arbeiten mit Formen müssen die hölzernen nach jedesmaligem Gebrauche in Wasser gelegt werden; von den metallenen dagegen mehrere zum Auswechseln vorhanden sein.

4. Das Aufnehmen des Glases (cueillage, gathering). Das Formen eines Gegenstandes beginnt mit dem Aufnehmen des Glases. Hierzu ist es nothwendig, daß die Pfeife zuvor etwas angewärmt sei, was der sogenannte Pontiljunge zu besorgen hat, indem er vor Beginn der Arbeit mehrere Pfeifen mit ihrem Knopfe in die Arbeitsöffnung (oder die besonders zu diesem Zwecke vorhandene früher erwähnte Oeffnung) einlegt. Ohne dieses Anwärmen würde das Glas an der Pfeife nicht fest genug anhaften. Der Arbeiter beurtheilt theils durch das Auge, theils indem er in der Hand das Gewicht des aufgenommenen Glases fühlt, ob er die zur Vollendung des Gegenstandes gerade nöthige Menge aufgenommen hat. Da das Glas von der Pfeife schnell wieder abfließt, so lange ihr unteres Ende der Hitze des Ofens ausgesetzt ist, so wird sie nicht allein fortwährend um ihre Axe gedreht, so lange sie sich im Ofen befindet, sondern muß auch bei etwas größeren Gegenständen aus dem Ofen herausgenommen werden, damit die erste Portion Glas abkühlt und dann zum zweiten oder dritten Male eine neue Portion damit aufgenommen werden kann. Nach jedesmaligem Herausziehen der Pfeife wird das Glas mittelst eines flachen Eisens, Fig. 67, das Streicheisen, Plätteisen, Richteisen (bottle-dore) genannt, rundum nach dem Kopfe der Pfeife zu heruntergestrichen und am Ende abgerundet. Geschieht dies nicht sorgfältig, so bleibt namentlich bei öfterer Aufnahme, wie es für größere Gegenstände nöthig ist, Luft zwischen den einzelnen Glasschichten eingeschlossen und der Gegenstand wird dadurch blasig. Das Abrunden geschieht entweder ebenfalls mit Hülfe des Richteisens oder dadurch, daß ein mit einem Handgriffe versehenes und an seinem breitern vordern Theile ausgehöhltes Stück Holz, das »Wullholz« oder »Wallholz«, Fig. 68, welches zuvor in Wasser gelegen hat, auf der Glasmasse herumgerieben wird. Für größere Gegenstände wendet man ein Wallholz ohne Stiel an, was vor dem Arbeiter liegt und mit einer oder mehreren halbrunden Höhlungen versehen ist, Fig. 69 *a* und Fig. 85 und 97, in denen die Glasmasse durch Umdrehen abgerundet wird. Das Abrunden kann endlich auch auf dem »Marbel« (marbre, marver) geschehen, welcher entweder aus einer thönernen oder

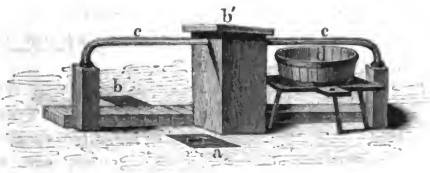
Fig. 67.

Fig. 68.

Digitized by Google

eisernen Platte, *b* und *b'* Fig. 69, besteht. Diese Gegenstände liegen entweder auf dem Boden, oder der Bequemlichkeit wegen auf einer Erhöhung, wie es in der Figur für die Marbelplatte *b'* der Fall ist. Zur Unterstützung des Arbeiters dienen auch die Auflagereisen *cc*, auf die er die Pfeife beim Drehen und Gestalten des Gegenstandes auflegt. Sie vertreten die Stelle der Arme des Glasmacherstuhles.

Fig. 69.



d ist ein kleines Wassergefäß, dessen Benutzung später klar werden wird. Uebrigens kann die Form und Aufstellung dieser Hülfsmittel verschieden sein, wie die später folgenden Oefen für Hohl- und Tafelglas zeigen.

Damit die Pfeife beim Aufnehmen des Glases sich nicht verstopfe, wird in das zuerst aufgenommene Glas einige Male hineingeblasen. Die schließlich an der Pfeife befindliche, für die Formung des Gegenstandes ausreichende, rundliche Glasmasse wird das »Külbchen«, der »Ballen« (paraison, ball, piece, lump), Fig. 70 und 71, genannt.

Fig. 70.

Fig. 71.

Das Külbchen wird nun durch Einhalten der Pfeife in die Arbeitsöffnung bis zur Rothgluth wieder erwärmt und etwas aufgeblasen. Dabei muß die Pfeife fortwährend um ihre Axe gedreht werden, damit die Abkühlung der Glasmasse von allen Seiten gleichmäßig erfolgt. Beim weiteren Vollenden eines Gegenstandes aus freier Hand läßt sich die Arbeit des Bläsers, welche Form auch zu Stande kommen soll, auf diese beiden Aufgaben zurückführen, das Glas in verticaler oder horizontaler Richtung auszudehnen. Die Ausdehnung in verticaler Richtung erfolgt, wenn die Pfeife senkrecht nach unten gehalten wird, entweder durch das Gewicht der Glasmasse allein, oder durch pendelartiges Schwingen, durch die Wirkung der Centrifugalkraft. In horizontaler Richtung dehnt sich dagegen die Glasmasse aus, wenn man entweder die Pfeife beim Blasen senkrecht nach oben hält, indem hier das Gewicht der Glasmasse die Ausdehnung in verticaler Richtung verhindert, oder den unteren Theil der Glasmasse während des Blasens durch Wasser fortwährend abkühlt, was durch Umdrehen in der nassen Höhlung eines Wullholzes, oder durch Aufstampfen auf den Marbel geschieht.

Digitized by Google

Bei Gegenständen, die nicht in eine vollständige Form geblasen, oder die ganz aus freier Hand vollendet werden, wird beim ersten Blasen gewöhnlich der obere Theil des Gegenstandes bis zur erforderlichen Glasstärke ausgeblasen. Ist dies geschehen, so wird der dickere Theil des Glases von Neuem im Ofen erhitzt und nun in die Form geblasen oder stehend auf dem Auflagereifen oder sitzend auf dem Stuhle weiter bearbeitet. Das vollständige Aufblasen eines Gegenstandes erfolgt also, weil das Glas schnell wieder erstarrt, nicht auf Einmal, sondern in um so mehr Absätzen, je größer der Gegenstand ist. In allen Fällen wird aus dem schon angeführten Grunde jedesmal während des Blasens die Pfeife um ihre Axe hin- und hergedreht.

Wie schwer es, auch für geübte Arbeiter ist, die nöthige Glasmenge richtig abzuschätzen und gleichmäßig zu vertheilen, mag das folgende Beispiel zeigen. Zur Bewerbung um einen Preis, welcher auf die besten, gleichmäßigsten und billigsten Champagnerflaschen in Frankreich ausgeschrieben worden war, wurden Flaschen eingesendet, welche in ihrem Gewichte um 20 Proc. differirten, und bei einer derselben war die Stärke des Glases am Anfang des Halses 6 Millimeter, am Ende desselben 5 Millimeter; am Anfang des Bauches 2,5 Millimeter, in der Mitte desselben 4 Millimeter und in der Nähe des Bodens 7 Millimeter.

Wenn der Arbeiter die Pfeife, während ihr unteres Ende sich im Ofen befindet, ohne alle Unterstützung halten und umdrehen sollte, so würde ihn dies nicht allein sehr ermüden, es würde auch kaum gleichförmig genug ausgeführt werden können. Als Unterstützung für die Pfeife befindet sich daher vor der Arbeitsöffnung eine auf einem Fuße befestigte Schiene mit mehreren Ausschnitten auf einer Seite, das »Pfeifenlager«, Fig. 72, oder es ist die Schirmmauer mit Haken oder einer ähnlichen Schiene versehen. Für Tafelglas und größere Arbeitsstücke ist eine Kette mit Haken, welche vom Gebälke des Dachstuhles herabhängt, oder ein mit einem Haken versehener Krahn zu demselben Zwecke vorhanden.

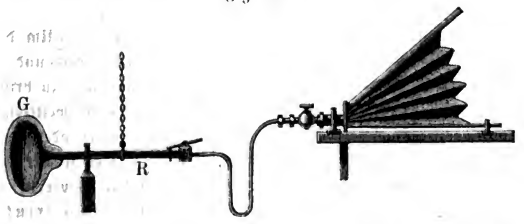
Fig. 72.

Wie beim Drehen der Arm, so wird beim Aufblasen größerer Gegenstände die Lunge des Bläsers in hohem Grade angestrengt und wenn feinere Gegenstände in der Form geblasen werden, so ist er überhaupt kaum im Stande, sie so auszublasen, daß die Form allenthalben vollständig ausgefüllt wird. Bei großen, aus freier Hand zu fertigenden Gegenständen, z. B. Schwefelsäureballons u. dgl., schont daher der Arbeiter seine Lunge dadurch, daß er in die durch Blasen vorläufig erzeugte Höhlung mit dem Munde durch die Pfeife in kleinen Zwischenräumen Wasser einspritzt, nachdem das Glas möglichst heiß gemacht worden ist, und dann die Mündung der Pfeife mit dem Daumen oder der Zunge verschließt. Das Wasser verwandelt sich in Dampf und bewirkt die Ausdehnung des Glases ganz gleichförmig, so lange die Mündung der Pfeife verschlossen gehalten wird oder bis ersteres seine Weichheit verloren hat. Für das Aufblasen von Gegenständen der zweiten Art hat man verschiedene Blasvorrichtungen erfunden, die im Wesentlichen für den besonderen Zweck eingerichtete kleine Gebläse sind, wie das in Fig. 73 dargestellte von Bontems. Der Glasgegenstand *G* wird, wie ge-

Digitized by Google

wöhnlich, an die Pfeife *R* angeblasen, nach dem Wiedererwärmen aber über das Mundstück der letzteren die federnde Hülse des Gebläses übergeschoben.

Fig. 73.



Um Gegenstände von verschiedener Größe bequem erwärmen zu können, haben die gewöhnlichen Arbeitsöffnungen einen so großen Durchmesser, daß die größten zu verfertigenden Gegenstände bequem hindurchgehen. Sollen aber kleinere Gegenstände gearbeitet werden, so sind ringförmige Platten von verschiedener Weite vorhanden, welche in die Arbeitsöffnung eingesetzt werden. Beim Schmelzen in bedeckten Häfen, also bei der Bleiglasfabrikation, wo eine solche Einrichtung sich nicht anbringen läßt, das Glas auch nicht im offenen Feuer angewärmt werden darf, weil es durch den Einfluß der reducirenden Gase getrübt werden würde, sind zum Anwärmen größerer Gegenstände neben den Arbeitsöffnungen andere größere vorhanden, in welche ein offener Glashafen liegend und mit nach Außen gekehrter Mündung eingemauert ist (glory-hole).

5. Der Hafenring. Das Eintauchen der Pfeife in die Glasmasse muß stets mit Vorsicht geschehen, weil auch nach der Läuterung noch einzelne Unreinigkeiten oder Luftblasen in derselben aufsteigen. Da dies aber besonders an den Seiten stattfindet, so sucht man durch ein einfaches Mittel zu verhindern, daß verunreinigtes Glas mit der Pfeife in Berührung kommt. Man legt nämlich einen Ring von gleicher Masse wie die Häfen auf das geschmolzene Glas und der Bläser entnimmt nun sein Glas aus der Mitte des Ringes. Damit er stets in der Mitte des Hafens schwimmt, versieht man ihn häufig an seiner Peripherie mit drei Armen. Die Erfindung des Ringes, welche 1834 gemacht wurde, ist, so einfach sie erscheint, von großer praktischer Wichtigkeit, indem dadurch die Verluste durch fehlerhaftes Glas bedeutend vermindert werden.

Fig. 74.

6. Die Abtrennung von der Pfeife. Welche Art von Gegenständen immer gemacht werden mag, und ob sie auf dem Stuhle oder in der Form bearbeitet werden, stets erfolgt die Vollendung des oberen Theiles, nachdem der im Uebrigen fertig geformte Gegenstand von der Pfeife getrennt worden ist. Die Abtrennung erfolgt in der Regel bei *a*, Fig. 74, wo nämlich das Glas die dem Gegenstande zukommende Dicke erlangt hat, oder doch nur wenig dicker ist, dadurch, daß der Bläser das Streicheisen in ein neben ihm stehendes Gefäß mit Wasser taucht und damit diese Stelle berührt oder selbige an das naßge-

Digitized by Google

machte Auflagereifen bringt. Die hierdurch bewirkte Abkühlung und Zusammenziehung der Theile verursacht gewöhnlich ein ganz regelmäßiges Springen des Glases rund um, und ein schwacher Schlag auf die Pfeife genügt, um die Trennung zu vollenden, wenn noch ein Anhaften stattfinden sollte.

7. Das Aufnehmen der geblasenen Gegenstände. Um die Gegenstände, wenn sie von der Pfeife abgelöst werden, aufzunehmen und an ihrem oberen Ende fertig zu machen, oder sofort nach dem Kühlraum zu bringen, hat man verschiedene Vorrichtungen. Bedarf der Gegenstand einer weiteren Bearbeitung nicht, so wird er mit einer halbcylindrischen Schaufel oder einer Gabel aufgenommen und weggetragen. Ist er aber noch an seinem oberen Ende fertig zu machen, so muß er nothwendig am unteren Ende befestigt werden. Letzteres geschieht auf zweierlei Art, nämlich durch Anheften oder Einklemmen in eine Hülse.

Das Anheften ist die ältere und auch jetzt noch vielfach aus dem Grunde benutzte Art, weil sie für jede Größe und jede Form des Gegenstandes anwendbar und für manche Fälle etwas Zweckmäßigeres noch nicht erfunden ist. Man bedient sich dazu des »Hefteisens« (pontil, ponty), ein eiserner Stab von der Länge der Pfeife, mit einem kleinen Knopfe am Ende. Mit diesem wird eine kleine Portion Glas durch den Pontiljungen aufgenommen und an das untere Ende des Gegenstandes genau in der Axe desselben angedrückt.

Nachdem nun der Gegenstand von der Pfeife getrennt ist, haftet er am Hefteisen und kann daran weiter bearbeitet werden. Im Kühlraume angekommen, wird er durch einen Schlag auf das Eisen von diesem wieder abgelöst, die Heftstelle bleibt aber sichtbar und hat gewöhnlich einen hervorstehenden unregelmäßigen und scharfen Rand, was als ein Uebelstand zu betrachten ist.

Die Hülse kann aus zwei über's Kreuz gelegten und an dieser Stelle auf einander genieteten Schienen bestehen, welche an ihren Enden aufwärts gebogen sind. Die Niete, welche beide Schienen zusammenhält, endigt sich außen in einen Stift, welcher in einen 3 bis 4' langen hölzernen Stiel eingesteckt wird,

Fig. 75. Fig. 76. Fig. 78.

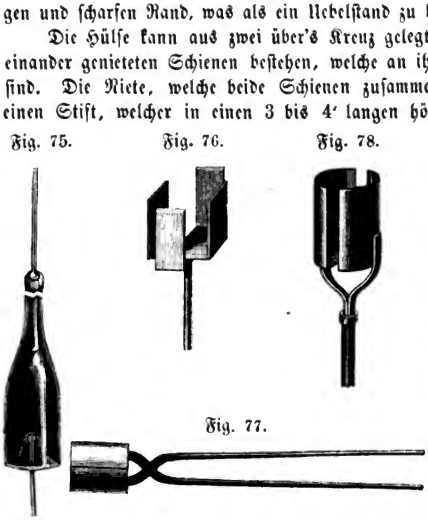


Fig. 77.

Fig. 76. Anstatt dieser Vorrichtung kann aber auch eine Zange von Eisenblech dienen, Fig. 77, wie sie z. B. für chemische Bechergläser angewendet wird, oder endlich kann man eine aus zwei halbcylindrischen Blechen gebildete, mit einem Stiele versehene Hülse, Fig. 78, benutzen. Solche Klemmen oder Hülsen werden über das untere Ende des Gegenstandes geschoben und dadurch die Heftstelle vermieden. Dagegen ist es

Digitized by Google

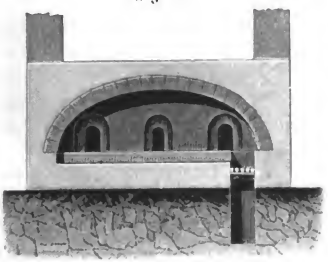
selbstverständlich, daß man diese nur für Gegenstände von gleicher Form und Größe gebrauchen kann.

8. Das Kühlen. Wenn ein Gegenstand seine Form erhalten hat, ist er, abgesehen von der späteren Vollendung (Raffinirung) durch Schleifen ꝛc., auf der Hütte noch nicht als fertig zu betrachten. Er ist nämlich stets noch sehr heiß und aus den früher entwickelten Gründen sorgfältig und nur langsam abzukühlen. Zu diesem Ende bringt man ihn in einen geheizten Raum, mit dem er selbst nach und nach erkaltet. Das Kühlen ist um so schwieriger, je größer und dicker im Glase ein Gegenstand ist; auch soll sich eine Glasart leichter oder schwieriger als eine andere kühlen, am leichtesten z. B. das Bleiglas.

Für das Kühlen des Hohlglases bedient man sich entweder der Kühltöpfe oder der Kühlöfen, für gegossene Spiegel hat man gleichfalls Kühlöfen, für geblasenes Tafelglas dient ein besonderer Raum des Streckofens zugleich als Kühlofen.

Die Kühltöpfe sind gewöhnlich cylindrische, aus gewöhnlichem Thon (bisweilen jedoch auch aus Eisenblech) gefertigte Töpfe, welche, nachdem sie in einem Nebenofen glühend gemacht worden sind, in der Nähe des Schmelzofens aufgestellt werden. Die zu kühlenden Gegenstände werden, sowie sie von der Pfeife kommen, in diese Töpfe eingelegt, bis sie gefüllt sind, und die Töpfe jedesmal mit einem Deckel von Eisenblech oder Thon zugedeckt.

Fig. 79.



Die Kühlöfen (four à recuire, leer, annealing arch, cooling furnace) sind gewöhnliche Flammenöfen mit niedrigem Gewölbe, wie z. B. Fig. 79 (ein gewöhnlicher) und Fig. 80 (ein englischer Kühlofen), welche aus gewöhnlichen Ziegeln entweder an dem Schmelzofen oder an den Seiten des Hüttengebäudes angebaut werden können. Im ersten

Fig. 80.

Digitized by Google

Falle werden sie durch die abziehende Hitze des Schmelzofens geheizt, im letzteren Falle sind sie jedesmal, und im ersten bisweilen, mit besonderen Feuerungen versehen. In England heizt man die Kühlöfen, deren Temperatur 212° R. sein soll, am liebsten mit Kokes; in Deutschland verwendet man immer noch Holz, weil man nur damit eine reine Flamme erzeugen zu können glaubt. Die Sohle der Kühlöfen ist entweder von der gewöhnlichen Art, oder sie besteht aus mehreren vertieften Abtheilungen, welche jede ihre besondere Thüre haben, den verschiedenen Arbeitsplätzen zugetheilt und mit einer Lage Sand versehen sind. In England hat man auch Kühlöfen von ganz anderer Einrichtung für Krystallglas. Die Sohle des Kühlofens, welcher länglich viereckig ist, ist mit einer oder mehreren, neben einander liegenden Eisenbahnen versehen, auf welchen Wagen sich befinden, die mit den zu kühlenden Gegenständen beladen, von der heißesten Stelle des Ofens nach der kühleren zu nach und nach fortbewegt werden.

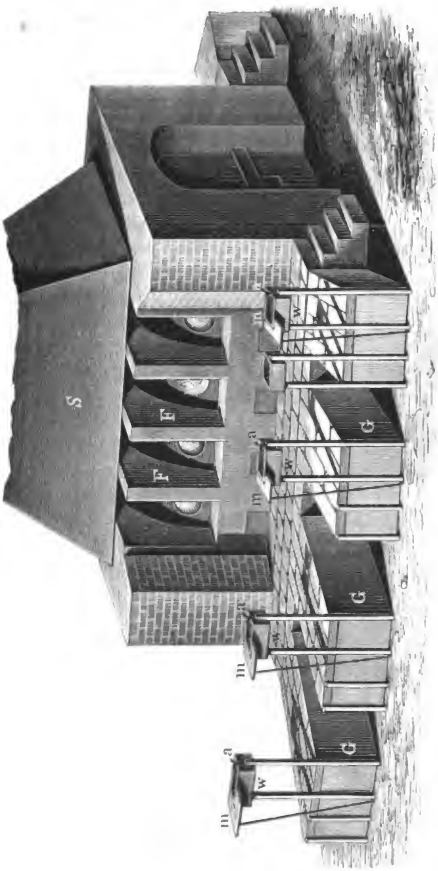


Fig. 81.

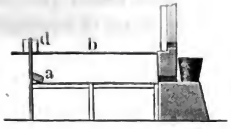
Die Dauer des Kühlens ist je nach der Größe der Gegenstände verschieden von 6 bis 60 Stunden. Als allgemeiner Grundsatz aber ist es zu betrachten, daß die Gegenstände um so haltbarer sind, je langsamer ihre Abkühlung erfolgt ist.

9. Alle Arbeiten des Bläsers werden entweder vollständig vor der Arbeitsöffnung oder bei Stuhlarbeit abwechselnd vor derselben auf dem ganz in der Nähe befindlichen Stuhle ausgeführt. Zu dem Ende ist der Schmelzofen mit einer Rüstung versehen, Fig. 81 (Hohlglasofen) und Fig. 82

Digitized by Google

(Tafelglasofen), welche den Arbeitsplatz bildet und worauf sich alle Werkzeuge und Geräthschaften, die der Bläser bedarf, befinden.

Fig 83.



Die Rüstung besteht entweder aus einer niedrigen Mauerung *G*, Fig. 44, 45, 81 u. 82, oder einem 3 bis 4′ (0,849 bis 1,13 Meter) hohen Holzgerüste mit einer eben so hohen Lehne an der rechten Seite, wie Fig. 83 *b*, damit der Bläser seine Pfeife nach unten halten und schwingen kann, ohne aufzustoßen. Man hat aber auch Oefen, bei welchen der Arbeitsplatz in gleichem Niveau mit der Sohle des Hüttengebäudes liegt und vor diesem eine Vertiefung im Boden angebracht ist, um die angeführten Arbeiten des Blasens und Schwingens ausführen zu können.

Theils um die heiß gewordenen Werkzeuge abzukühlen, die Marbel und Formen von Holz anzufeuchten und das Glas von der Pfeife abzusprengen ꝛc., braucht der Bläser Wasser in seiner Nähe. Aus diesem Grunde steht die schon erwähnte Löschbütte, Fig. 69 u. 82 *d*, oder statt deren ein kleiner Trog *ww*, Fig. 81 u. 82, auf dem Arbeitsplatze. Ferner ist ein größerer hölzerner Trog, »Löschtrog«, vorhanden, den jedoch häufig die

Digitized by Google

Bütte *d* ersetzt, wie z. B. in Fig. 82, in welchem Pfeifen und andere Werkzeuge abgelöscht und in den die Glasabfälle eingeworfen werden. Um die Pfeife während der Arbeit zu unterstützen, dienen die »Auflagereisen« *cc*, Fig. 69, oder *aa*, Fig. 81 u. 82. Diese Erfordernisse können beliebig in der Nähe des Arbeiters aufgestellt oder so vereinigt sein, wie es die Figur zeigt.

10. Glasabgang bei der Arbeit. Wie beim Schmelzen ein wirklicher Verlust, so findet bei der Verarbeitung des Glases ein Abgang an Glasmasse statt, indem nämlich Glas an der Pfeife hängen bleibt, die Häfen nicht ganz rein ausgearbeitet werden können, ein Theil der Gegenstände zerbricht u. dgl. m. Dieser Abgang ist zwar bei verschiedenen Glassorten verschieden, größer bei kleinen Gegenständen (bis 30 Proc.), kleiner bei großen; man kann ihn aber durchschnittlich zu 25 Proc. vom Gewichte der Schmelze annehmen. Als wirklicher Verlust darf indessen dieser Abgang nicht berechnet werden, da nur weniger fertiges Glas erhalten, die Glasmasse selbst aber wieder eingeschmolzen wird.

A. Hohlglas.

39 Von der Hohlglasfabrikation giebt es mehrere Zweige, die sich aber von einander im Wesentlichen nur durch die verschiedene Qualität des verarbeiteten Glases unterscheiden. Das geringste Glas wird zu Weinflaschen, zu Ballons (Dame Jeanne) u. dergl., geringeres zu Arzneiflaschen u. dergl., das bessere bis zum feinsten zu Karaffen, Trinkgläsern u. dergl. verwendet. An verschiedenen Hauptformen kommen daher hier Flaschen oder diesen ähnliche, und Gläser oder diesen ähnliche vor und man kann sachgemäß zwei Fabrikationszweige, die thatsächlich auch getrennt betrieben werden, unterscheiden, nämlich die Flaschenfabrikation und Becherfabrikation (gobléterie), welche aus zwei Unterabtheilungen, der Weißbecherfabrikation und der Buntbecherfabrikation besteht.

40 **1. Die Flaschenfabrikation.** Dieselbe ist noch nicht sehr alt und nimmt eine bedeutende Stelle in der Glasfabrikation ein; das weinproducirende Frankreich ist der Hauptsitz derselben und verarbeitet jährlich 60 Millionen Kilogramme Glas zu Flaschen; England 19,500000 Kilogramme; der Zollverein etwa 2 Millionen Kilogramme und ebensoviel der österreichische Staat.

Den wichtigsten Gegenstand dieser Fabrikation bilden die Weinflaschen, deren vorzüglichste Arten die Rheinwein-, die Burgunder- und die Champagnerflaschen sind. Die ersteren werden grün (durch Eisenoxydoxydul), gewöhnlich aber gelb (durch Eisenoxyd oder Kohle), die Burgunderflaschen etwas dunkler grün als die Rheinweinflaschen, nie gelb gefärbt. Das Gewicht der ersteren ist durchschnittlich 750, das der letzteren 625 Grammen; doch macht man sie bald etwas leichter, bald etwas schwerer. Am schwersten werden die Champagnerflaschen gemacht, sie sollen durchschnittlich 880 Grammen wiegen. Ihre Farbe ist dunkel bouteillengrün.

Die zur Flaschenfabrikation dienenden Rohstoffe sind aus den S. 49 angegebenen Mischungen zu ersehen.

Digitized by Google

Die Schmelzöfen sind rund oder viereckig, gewöhnlich zu 6 bis 8 Häfen mit 200 bis 600 Pfund Glas, welche von einem Bläser ausgearbeitet werden können.

Das Kühlen erfordert Kühlöfen, da es nur in diesen genügend ausgeführt werden kann.

Die Einrichtung des Werkplatzes ist aus Fig. 84 zu ersehen. Der kleine Wassertrog *w w* ist an Pfosten befestigt, wovon der eine das Auflagereisen *a a* trägt. Der kleine Tisch *m*, aus einem, wie die Figur zeigt, befestigten Brette bestehend, dient zur Auflegung der Marbelplatte, die auch wohl wie *a* Fig 69 oder 83 gelegt wird, oder der Form und des »Walzkandels« [1]).

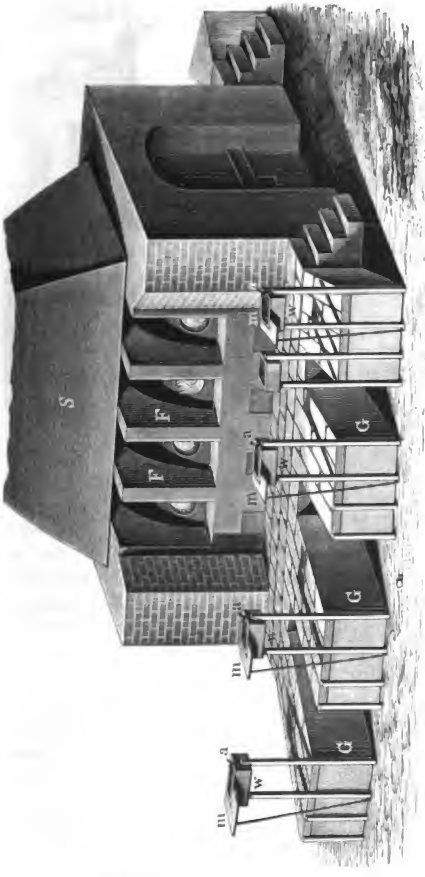


Fig. 84.

Die Einzelheiten der Arbeit werden aus dem Folgenden klar werden.

Die Formung einer Rheinweinflasche. Die erste, von einem »Anfänger« auszuführende Arbeit besteht, nachdem das Külbchen auf die früher beschriebene Weise fertig gemacht ist, darin, daß durch Wälzen und Ziehen auf dem Marbel (auch »Motze« genannt, Fig. 85) bei gleichzeitigem Blasen, der Hals der Flasche gebildet und die Gestalt von Fig. 86 hervorgebracht wird. Diese wird nun durch Umdrehen der Pfeife im Arbeitsloche am untern Theile bis zur Rothgluth erhitzt und dem »Fertigmacher« übergeben, welcher sie durch pendelartiges Schwingen der Pfeife etwas verlängert, und dann gewöhnlich

[1]) *S* in Figur 82 bedeutet den Seite 93 erwähnten Mantel aus Eisenblech; *FF* die Seite 113 erwähnten Schirmmauern.

Digitized by Google

in die aus einem Stücke bestehende Holz- oder Thonform, Fig. 87, einsenkt, indem er gleichzeitig stark in die Pfeife bläst und sie um ihre Axe hin- und herdreht. Dadurch entsteht die Form Fig. 88 mit abgerundetem oder je nach der

Fig. 85.

Fig. 86.

Fig. 88.

Fig. 87

Beschaffenheit der Form mit abgeplattetem Boden. Es ist nun der Fuß der Flasche zu bilden, welche nur dann feststeht, wenn die Ränder des Bodens in einer Ebene liegen und etwas über die Mitte vorstehen. Dies ist der Grund, weshalb man den mittleren Theil gewöhnlich nach Innen drückt, was nach Erhitzung des unteren Theiles dadurch geschieht, daß der Arbeiter seine Pfeife auf das Auflagereifen auflegt und den Stiel des Plätteisens oder ein besonderes zu diesem Zwecke vorhandenes Werkzeug genau in der Axe der Flasche ansetzt und nach Innen drückt, dann aber die Ränder mittelst des Plätteisens oder durch Aufstellen auf die Marbelplatte in eine Ebene bringt. Um die Mitte genau treffen zu können, ist es gut, daß in der Form an dieser Stelle eine Marke sich befindet, welche eine kleine Vertiefung in dem Glase hervorbringt, an die der Arbeiter sein Werkzeug ansetzt.

In neuerer Zeit giebt man den Rheinweinflaschen einen sogenannten »Patentboden«. Dieser wird dadurch gebildet, daß man die Form über das Stück *b* von Gußeisen, Fig. 89, welches in *a*, von oben gesehen, dargestellt ist und den Boden bildet, stürzt und so den Boden sogleich anbläst. Das Stück *ab* ist mit kleinen Vertiefungen versehen, welche nun am Bodenrande eben so viele Erhöhungen bilden, die alle in gleicher Ebene liegen.

Nachdem der Fuß der Flasche fertig gemacht ist, wird derselbe entweder angeheftet oder in eine Hülse gesteckt. Die Länge der Flasche wird mittelst eines Maßstabes wie Fig. 90 abgemessen, während die Pfeife auf dem Auflagereifen ruht, und bei *a* abgesprengt, oder das Messen geschieht mit Hülfe eines sogenannten »Walzkandels«, Fig. 91. Mittelst des Fadeneisens (ein 2′ bis 3′ langer eiserner Stab, welcher häufig am Ende hakenförmig umgebogen ist) wird, um der Mündung der Flasche mehr Festigkeit zu geben, ein Glasfaden bei *b*, Fig. 90, umgelegt und endlich der scharfe Rand, Fig. 92, durch Einhalten des Halses in die Arbeitsöffnung rund geschmolzen, wobei sich gleichzeitig der Faden etwas abplattet und verbreitert, wie Fig. 93.

Bisweilen macht man den Hals der Rheinweinflaschen (sowie auch anderer

Digitized by Google

Flaschen) gerieft und dies wird durch Wälzen des Glases auf einem sogenannten »Rippstein«, Fig. 94, hervorgebracht.

Fig. 89.

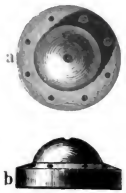


Fig. 90.

Fig. 91.

Fig. 92.

Fig. 93.

Fig. 94.

Fig. 96.

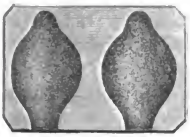


Fig. 95.

Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 97.

Fig. 98.

Etwas verschieden ist die Arbeit bei der Formung einer Champagnerflasche, ganz besonders aus dem Grunde, weil diese Flaschen in neuerer Zeit allgemein bei *a* Fig. 95 eine Art Knopf erhalten. Aus diesem Grunde bedient man sich einer »Motze«, Fig. 96, wodurch der Knopf vorgebildet wird, zur ersten Arbeit, bläst nach dem Anwärmen das Glas in die Form Fig. 97, um den Knopf zu vollenden, erhitzt den Boden alsdann nochmals und bläst ihn in die Form Fig. 98, und drückt ihn endlich mit dem hohlen Stücke *b* des »Einstichs«, Fig. 99,

Digitized by Google

ein, während die Scheibe *a* den Fuß der Flasche ebnet. Ist hierauf die Flasche von der Pfeife abgesprengt und der Faden um den Hals gelegt, so wird mit der Zange, Fig. 100, die Mündung gleichmäßig rund gemacht und der Rand regelmäßig geformt. Das Stück *a* wird nämlich in den Hals der Flasche gesteckt, die man gleichzeitig um ihre Achse dreht. Das Stück *b* ist auf *a* verschiebbar, so daß die rollenden Stücke *cc* außerhalb an den Hals der Flasche angedrückt werden können, um den mit dem Glasfaden versehenen Rand zu formen. Damit das Glas nicht an der Zange hafte, sind die wirkenden Theile mit Colophonium bestrichen.

41 **2. Die Becherfabrikation.** a. Die Weiß-Becherfabrikation. Der Glasmasse nach hat man die hierher gehörigen Gegenstände in ordinäre und feine Waaren (gobleterie commune, gobleterie fine) eingetheilt. Das zu ersteren verwendete Glas ist von ähnlicher Qualität wie das Fensterglas; für letztere dient in Deutschland hauptsächlich Kali- (S. 42), in England, Frankreich und Belgien Bleikrystall (S. 50). Englands Production in Bleikrystall ist jedenfalls die größte und beträgt etwa 4 Millionen Kilogramme; ihr nahe steht die österreichische Production von Kalikrystall, nämlich etwa $3^1/_2$ Millionen Kilogramme. Frankreich, wo diese Fabrikation seit 1784 eingeführt ist, producirt an Bleikrystall für 5 Millionen Francs, was wohl $^1/_2$ Millionen Kilogrammen Gewicht entsprechen dürfte. In diesem Artikel ist auch Belgiens Industrie sehr thätig und steht jedenfalls der französischen quantitativ nur wenig nach.

Bezüglich der Oefen und Häfen ist, was das zu erzeugende bleifreie Glas betrifft, eine besondere Bemerkung nicht zu machen, und auch das Bleiglas wird auf dem Continent häufig in Oefen gewöhnlicher Construction geschmolzen. In England dagegen zieht man zu diesem Zwecke runde Oefen von der Art wie Fig. 101 allen anderen vor und baut häufig deren zwei, welche eine Esse gemeinschaftlich haben, neben einander.

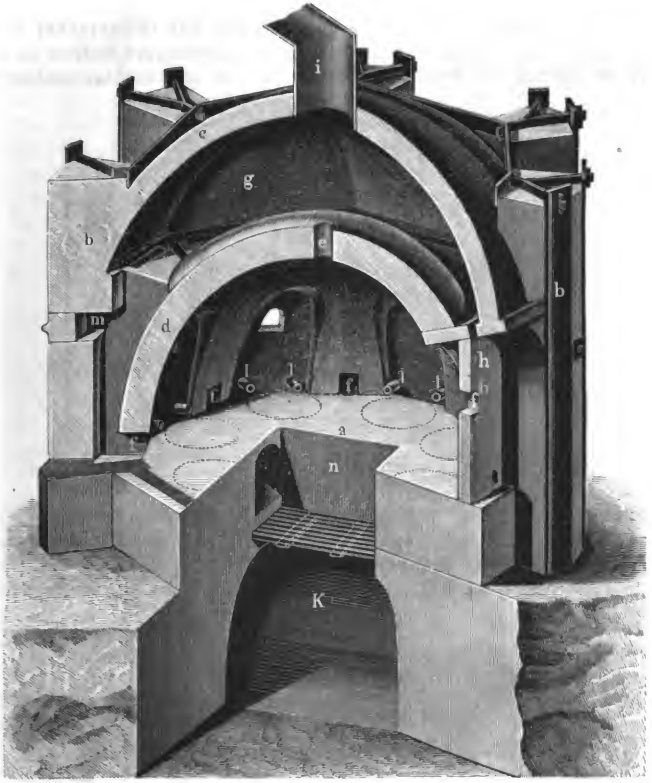
Der Ofen, Fig. 101, zuerst von Wedding beschrieben, ist für 7 Häfen bestimmt; *a* das Gefäß, worauf sie stehen und welches den Feuerraum *n* einschließt. Die Umfassung des Ofens bilden 7 Pfeiler *bb*, zwischen welche in angemessener Höhe die Bogen *cc* gewölbt sind und mit ersteren als Widerlager für die Kappe *d* des Ofens dienen. Diese ist aus Masse geschlagen und hat in der Mitte die Zugöffnung *e*. Um jeden Hafen gleichmäßig zu erhitzen, befindet sich zwischen je zwei Häfen ein Fuchs *ff*, welcher in einen in jedem Pfeiler befindlichen in den Raum *g* über der Kappe ausmündenden Canal führt. In diesen Raum zieht auch die strahlende Hitze von den Arbeitsöffnungen aus den daselbst angebauten Nischen *h*, durch Schlitze, welche in der Zeichnung deutlich zu erkennen sind, und von ihm geht das Rohr *i* in eine Esse. Dem Roste wird die Luft durch den Canal *k* zugeführt. An jedem Pfeiler sind, um das Zerspringen des Ofens zu verhindern, gußeiserne Platten angebracht, welche unten im Boden befestigt und oben durch eiserne Anker festgehalten sind. Durch die Arbeitsnischen *h* werden die Häfen eingesetzt und ausgenommen; *ll* sind thönerne Röhren zum Anwärmen der Pfeifen; *m* sind Oeffnungen zum Reinigen der Züge. — Die wichtigsten Größenverhältnisse dieses Ofens sind in englischem Maße folgende: Rost 3′ lang,

Digitized by Google

1,5′ breit — Höhe der Bänke über dem Roste 2′ — innerer Durchmesser 9′ — Höhe des Gewölbes über den Bänken 4′ 9″, über den Häfen 2′ — Abstand des Gewölbes *c* vom Gewölbe *d* in der Mitte 2′ 8″, an der Basis von *c* 1,5′ — Weite der Füchse *ff* 6″ im Quadrat.

Die Bleiglashäfen sind bis jetzt noch allgemein aus den früher angeführten Gründen bedeckt; doch scheint man in neuester Zeit auch dieses nicht mehr für

Fig. 101.



unumgänglich nöthig zu halten. Die Trübung des Glases, die in einem offenen Hafen in Folge einer Reduction von Blei eintritt, soll nämlich wieder verschwinden, wenn man nach dem Schmelzen das Glas noch einige Stunden ruhig in den Häfen läßt, ehe es verarbeitet wird (was übrigens unter allen Umständen geschieht).

Digitized by Google

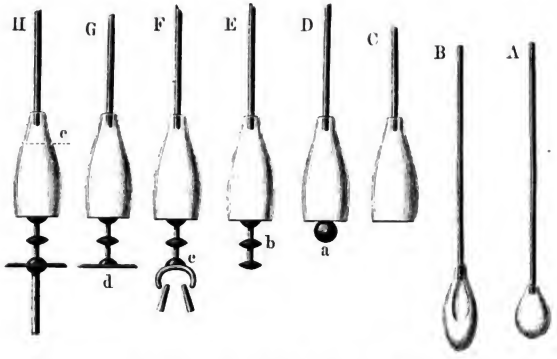
Braunstein und Arsenik setzt man dem Bleiglase als Reinigungsmittel nicht gern zu, weil man glaubt, daß die Durchsichtigkeit des Glases dadurch leide und eine graue Färbung desselben entstehe.

Die Kühlung kann bei kleinen Gegenständen in Kühltöpfen vorgenommen werden. In England sind die früher angedeuteten, auf Eisenbahnen bewegten Kühlwagen, oder die Kühlöfen Fig. 80, im Gebrauche.

Von den Arbeiten werden die folgenden Beispiele ein Bild zu geben im Stande sein.

α. Die Formung eines Weinglases mit Fuß (Becherglas) durch reine Stuhlarbeit nach Pellat, bietet eines der interessantesten Beispiele für die Metamorphosirung der Formen beim Glasblasen. *A*, Fig. 102, das gewöhnliche

Fig. 102.



Külbchen, welches etwas aufgeblasen, wie *B* auf die Marbelplatte aufgesetzt wird, um die Form von *C* herzustellen. An diese wird ein Glastropfen *a* (*D*) angesetzt und aus diesem durch Drehen der Pfeife auf dem Stuhle, mittelst der Zange (Zwinkerscheere, wie es z. B. Fig. 104 zeigt), der Theil *b* (*E*), Fig. 102, gebildet. Nun

Fig. 103

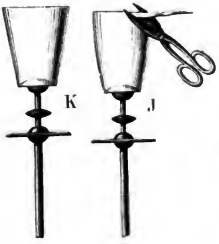


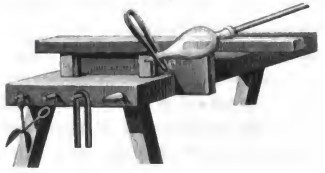
Fig. 104 (1 bis 10).

Digitized by Google

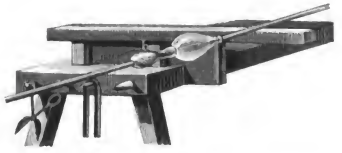
1

3

4

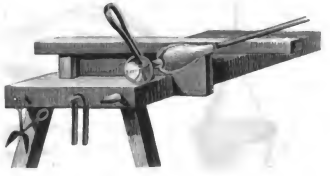


6



5

7



8

9

10

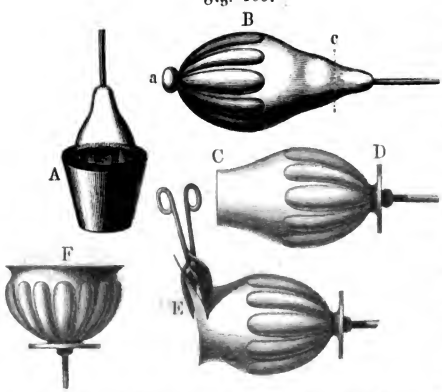
Digitized by Google

wird eine Glaskugel mit dicken Wandungen geblasen, die bei *c* (*F*) angesetzt und von der Pfeife abgesprengt wird. Ihre erwärmten Ränder werden mittelst der federnden Zange, wie es die Figur zeigt, geöffnet und die Pfeife in rotirende Bewegung versetzt, bis die Figur *d* (*G*) hergestellt ist. Dann wird bei *d* (*H*) das Hefteisen angesetzt und bei *e* abgesprengt, der Rand erweicht und, wie *J* (Fig. 103) zeigt, mittelst der Scheere (shears) abgeschnitten; endlich mit der Zange ausgeweitet, wodurch das fertige Glas, wie *K*, entsteht.

Des Vergleiches wegen, der hier gewiß nicht uninteressant ist, geben wir in Fig. 104 ein Bild der älteren Behandlung desselben Gegenstandes nach der Encyclopédie méthodique. In 1 wird, wie man erkennt, das Külbchen in eine Form geblasen, welche bei 2 mit der Zange am unteren Theile verengert wird. Bei 3 wird die überflüssige Glasmasse abgezogen, in 4 der untere Theil bei *c* eingeschnürt, um dort abgesprengt zu werden. Unterdessen ist eine zweite Portion Glas mit dem Hefteisen aufgenommen und gemarbelt worden, aus welcher der Fuß des Glases geformt werden soll. Zu dem Zweck wird es mit der Zange bei *d* in 5 verengert, um die Gestalt *b* in 6 zu erhalten. In 6 wird sie dann an den Körper des Glases angesetzt, vom Hefteisen abgetrennt und mit der Zange ausgebreitet, wie 7. Alsdann wird, wie aus 8 zu ersehen ist, ein Hefteisen angesetzt, die Pfeife abgesprengt und der Rand mit der Scheere gleich geschnitten, der endlich in 10 vollständig mit der Zange erweitert und geformt wird.

β. Die Formung einer Zuckerschale nach Pellat. Das gehörig aufgeblasene Külbchen wird in die metallene cannellirte Form *A*, Fig. 105, eingeblasen, wodurch die Figur *B* entsteht, an deren Boden ein Glastropfen *a* angesetzt wird. Dieser wird erweicht und durch Rotiren der Pfeife auf dem Stuhle in eine Platte, den Fuß der Schale, verwandelt, den man, wie *D* zeigt, an das Hefteisen heftet, um bei *c* (*B*) abzusprengen. Der Rand *c* wird erweicht und mit der Scheere abgeschnitten, s. *E*; endlich aber mittelst der Zange erweitert und umgebogen, wie *F*.

Fig. 105.

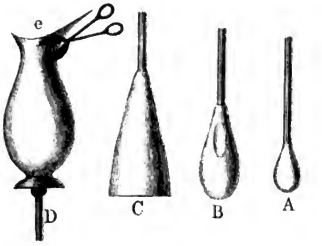


γ. Die Formung eines Kännchens mit Ausguß und Henkel nach Pellat. Fig. 106, *A*, *B* und *C* versinnlichen die nämlichen Operationen, wie sie bei dem Formen des Fußglases Fig. 103 angegeben worden sind. Auch die Bildung des Fußes bietet keine Abweichungen dar; um aber den Ausguß herzustellen, wird, wie es bei *De* sich erkennen läßt, ein Theil des Glases vom Rande schief abgeschnitten und der stehen gebliebene Theil mit einem Holze, wie

Digitized by Google

in *F*, zum Ausgusse geformt. Der Henkel wird dadurch geformt, daß mit dem Fadeneisen ein Glasfaden bei *a* (*G* u. *F*) an das Kännchen angesetzt, dieser alsdann mit der Zange, wie in *H*, gefaßt und gebogen, endlich aber wie in *J* gestaltet und mit seinem Ende an das Kännchen angesetzt wird.

Fig. 106.



δ. Die Formung eines Lampencylinders nach Pellat, Fig. 107. Die Formen *A* und *B* sind selbstverständlich; nachdem *B* zu *C* verlängert worden ist, wird letzteres bei *D* geöffnet und durch Rotiren erweitert, wie *E*. Alsdann wird mit dem Hefteisen Glasmasse aufgenommen und ausgeplattet, wie *c F*. Diese Glasmasse wird an das Ende *E* angeheftet und hierauf bei *d* abgeschnitten und erweitert, bis der reine Cylinder *F* zu Stande gebracht ist. Diese Art der Formung, in England gebräuchlich, ist mit dem geringsten Glasverluste verbunden, obgleich etwas umständlich [1]).

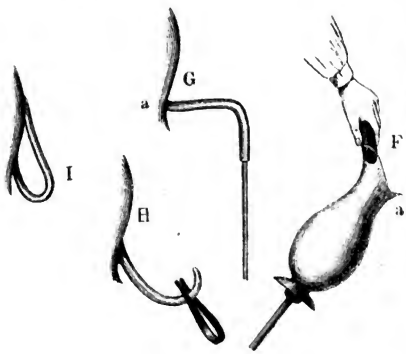
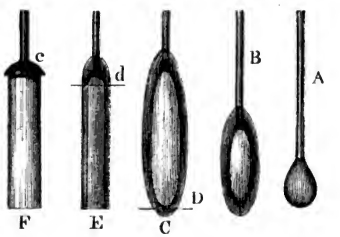


Fig. 107.



b. Die Buntbecherfabrikation unterscheidet sich von der zuletzt beschriebenen zwar nicht in der Formgebung, wohl aber mit Rücksicht auf die Masse und ihre Behandlung.

Als Grundlage dienen die Sätze, welche Seite 53 ff. für buntes Glas angegeben worden sind, und diese werden entweder für sich allein, oder in Verbindung mit weißem Glase (Kali- oder Bleikrystall, auch gewöhnlichem Weißglas) verarbeitet.

[1]) In Deutschland stellt man diese Cylinder gewöhnlich durch »Auftreiben«, d. h. Blasen, allein, oder durch Einblasen in eine Form her.

Digitized by Google

Letzteres wird in der Weise ausgeführt, daß zuerst ein Külbchen von Krystall gebildet und dieses dann mit farbigem Glase überzogen (»überfangen«) wird (verre doublé, coated glass). Die farbige Schicht überfängt man schließlich wieder mit Krystallglas.

Oft werden mehrere Farben, zuweilen combinirt mit Email, angewendet, um später an dem fertigen Gegenstande einzelne Farben auszuschleifen und dadurch farbige Zeichnungen zu erzeugen. In einem solchen Falle ist es Regel, immer zwischen je zwei Farbenschichten eine Schicht Krystallglas anzubringen [1]).

Das Ueberfangen, welches schon von den Phöniziern geübt wurde, ist überall dann geboten, wenn das farbige Glas an Durchsichtigkeit und Schönheit in dicker Schicht einbüßt; insbesondere wird es bei rothem, blauem und chromgrünem Glase ausgeführt.

Die größte Schwierigkeit verursacht es hierbei, das farbige oder die verschiedenfarbigen Gläser möglichst gleichartig in ihrer Masse nicht nur unter sich sondern auch mit dem Krystallglas herzustellen. Gelingt dies nicht, so ziehen sich die verschiedenen Schichten beim Abkühlen in verschiedenem Grade zusammen und dehnen sich beim Erhitzen in verschiedenem Grade aus, wodurch sie zerreißen und sich ablösen.

Gewöhnlich geschieht die Verfertigung überfangener Gläser auf die Weise, daß ein kleiner Hafen mit farbigem Glase zwischen zwei Weißglashäfen steht und der Bläser nun seine Pfeife abwechselnd in den einen und andern eintaucht. Dies ist aber insofern nicht ganz zweckmäßig, als das farbige Glas einer sehr hohen Temperatur fortwährend ausgesetzt werden muß und dadurch manche derartige Gläser an Schönheit der Färbung einbüßen. Viel entsprechender ist es daher, die farbigen Gläser für sich schmelzen und dann kurze Cylinder, »Zapfen« oder »Stangen«, daraus formen zu lassen [2]). Soll überfangen werden, so wird ein solcher Zapfen oder nach Befinden ein Stück davon mit dem Krystallglasklübchen aufgenommen, durch Einhalten der Pfeife in die Arbeitsöffnung gehörig erhitzt und dann mit dem Wullholze über ersteres vollständig ausgebreitet.

In England ist noch eine andere Art des Ueberfangens (coating) im Gebrauche, welche darin besteht, daß man einen cylindrischen Körper aus Weißglas und einen solchen aus farbigem Glase besonders bläst und den einen in den andern einschiebt, um dann die Form zu vollenden. Diese Art, wenn sie, wie wir kaum glauben, in einzelnen Fällen zweckmäßig sein sollte, ist aber keinenfalls im Allgemeinen zu empfehlen.

Endlich ist von Bedford noch eine von der vorigen ganz abweichende (wie behauptet wird, in Deutschland erfundene) Methode, farbige Gläser zu erzeugen,

---

[1]) Auf gleiche Weise wird auch mit Email verfahren: man bedient sich zum Ueberfangen gewöhnlich des arsenikhaltigen, weil es der Krystallmasse ähnlicher ist, als das zinnhaltige.

[2]) Mit der Anfertigung solchen Stangenglases beschäftigen sich übrigens einzelne Glasfabriken, besonders auf Murano, ausschließlich, um es an andere zur weitern Verarbeitung zu verkaufen; auch die später bei dem massiven Glase zu erwähnenden Pasten können in gleicher Weise benutzt werden.

Digitized by Google

angegeben worden, die indessen bis jetzt nur für rothes Kupferglas anwendbar ist; sie heißt das Imprägniren.

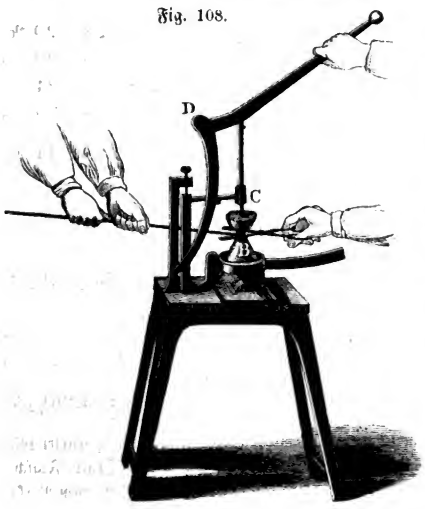
Nach dieser Methode wird zuerst aus weißem Glase, was keine Soda enthalten soll, das Glasgefäß vollkommen fertig gemacht. Mit Hülfe eines Pinsels wird dann dessen Oberfläche mit einer Masse überstrichen, welche durch inniges Zusammenreiben von 1 Thl. Schwefelkupfer, 2 Thln. Eisenhammerschlag, 3 Thln. wasserfreiem Kupfervitriol und 4 Thln. calcinirtem gelben Ocher (oder statt aller dieser nur Kupferoxydul) mit Terpentinöl erhalten worden ist. Dieser Ueberzug wird in der Muffel eingebrannt, schließlich werden in letztere Steinkohlen eingelegt, worauf sie sorgfältig verschlossen und das Glas den Kohlendämpfen so lange ausgesetzt wird, bis die rothe Farbe zum Vorschein gekommen ist.

Bunte Gläser, welche den Marmor, Granit u. dgl. nachahmen, kann man auf die Weise erhalten, daß man Stücke gefärbten Glases, in eine Form in passender Anordnung eingelegt, bis zum Glühen erhitzt und ein leichtflüssiges Glas darüber gießt, um sie unter einander zu verbinden.

Wir haben früher als besondere Arbeitsmethode das Gießen und Pressen des Glases erwähnt und müssen nun an dieser Stelle etwas Näheres darüber anführen, da man sich desselben bedient, um Gegenstände, die unter die Gobleterie gehören, als Schalen, Teller u. dgl., zu formen.

Der hierher gehörige Guß ist eine amerikanische Erfindung, die gemacht wurde, um bei façonnirten Gegenständen die Arbeit des Schleifens zu ersparen. Bis jetzt ist der Erfolg noch kein sehr bedeutender gewesen, da man nur eine sehr beschränkte Zahl von Formen auf diese Weise auszuführen im Stande ist.

Fig. 108.



Man wendet zu diesem Gusse sorgfältig gearbeitete Formen von Metall an, welche aus zwei Hälften bestehen. In die eine Hälfte, welche man die untere nennen mag, *B* Fig. 108 nach Pellat, wird das flüssige Glas eingeschöpft, alsdann die obere Hälfte aufgelegt und mittelst einer Presse *D* aufgedrückt, damit nicht allein die überflüssige Glasmasse aus der Form herausgepreßt wird, sondern auch alle Vertiefungen derselben sich vollständig ausfüllen. Uebrigens hat man auch Formen, deren oberer Theil mit dem untern durch Charnier verbunden ist und

Digitized by Google

nach vorn in einen Hebel ausläuft, womit er auf den untern aufgepreßt wird. Der Billigkeit und Bequemlichkeit wegen können derartige Formen in einen Holzkörper eingelegt sein, mit dem sie durch Schrauben unbeweglich verbunden sind.

Zum Gelingen der Arbeit ist es unerläßlich, daß die Form die richtige Temperatur, nahezu Rothgluth, besitze und weder zu wenig noch zu viel Glasmasse hineingebracht werde, was große Uebung erfordert. Durch eine zu geringe Menge Glas würde die Form nicht vollständig ausgefüllt, durch eine zu große Menge aber der Gegenstand nur unnöthiger Weise dicker und schwerer werden, ohne an Schönheit zu gewinnen.

Die unvermeidlichen Gußränder müssen selbstverständlich abgeschliffen werden.

Berechnung der Fabrikationskosten für Hohlglas. Die Fabrikationskosten für Hohlglas sind verschieden nach der Qualität des Glases und der größeren oder geringeren Schwierigkeit der Formgebung. Bei der Berechnung kommen — wie für jede Glasart: — 1. der Preis der Rohstoffe und die Kosten ihrer Vorbereitung; 2. der Brennmaterialaufwand beim Schmelzen und während der Arbeit; 3. der Glasverlust; 4. der Abgang an Töpfen und Oefen, sowie Abnutzung der Werkzeuge; 5. die Capitalzinsen und 6. der Arbeitslohn in Betracht.

Da alle diese Factoren mehr oder weniger veränderlich sind, so läßt sich der Fabrikationspreis der verschiedenen hierher gehörigen Gegenstände nicht ein für allemal feststellen; es genügt, daß der Fabrikant dieselben gehörig in Rechnung zieht, und es soll ein specielles Beispiel im Folgenden nur gegeben werden, um daran die Behandlung klar zu machen.

Ein Satz für grünes Flaschenglas bestehe aus:

1000 Pfund	Sand, pr. Centner 5 Ngr.	1 Thlr.	20 Ngr.
400 »	Kalkstein, pr. Centner 5 Ngr. . . .	— »	20 »
240 »	Glaubersalz, pr. Centner 2 Thlr. . .	4 »	24 »
20 »	Kohle nebst Vorbereitungskosten . .	— »	10 »
1660 Pfund	Satz	7 Thlr.	14 Ngr.
	Zum Schmelzen werden gebraucht:		
3500 Pfund	Steinkohlen;		
1000 »	» zur Arbeit,		
4500 Pfund	Steinkohlen, pr. Ctr. $4\frac{1}{2}$ Ngr. . .	6 Thlr.	$22\frac{1}{2}$ Ngr.
	Die Capitalzinsen, Abnutzung der Häfen und Werkzeuge, Regie ꝛc. betragen für diese Menge .	2 »	— »
	Der Arbeitslohn	6 »	20 »
		22 Thlr.	$26\frac{1}{2}$ Ngr.

Von der erhaltenen Schmelze (metal, wie es die Engländer nennen) sollen 1000 Pfund verarbeitbares Glas erhalten und daraus 880 Stück Flaschen, à $1\frac{1}{5}$ Pfund, gefertigt werden, wovon jedoch nur 800, als wirklich zum Verkauf kommend, berechnet werden können, da circa 10 Proc. für Bruch abzurechnen

Digitized by Google

sind. 100 Stück kosten demnach dem Fabrikanten in runder Zahl 3 Thaler (5 Gulden 15 Kreuzer, 11 Francs 25 Centimes).

Bei einem allgemeinen Ueberschlage wird man nicht weit von der Wahrheit sich entfernen, wenn man annimmt, daß der Aufwand für Arbeit, Brennmaterial und Rohstoffe sich verhält wie 1 : 1 : 2 bei gewöhnlichem, wie 1 : 1 : 6 bei feinem Glase. Auch der Arbeitslohn kann bei feinem Glase bei schwierigen Formen in ein anderes Verhältniß treten. Die sonstigen Unkosten für Regie ꝛc. betragen etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ von der Summe der vorerwähnten. In der Krystallglashütte zu Baccarat, wo jährlich für 1300000 Francs (346666$^2/_3$ Thaler oder 606666$^1/_2$ Gulden) (Fabrikationswerth incl. der Raffinirung) Glas in 5 bis 6000 verschiedenen Artikeln fabricirt wird, betragen die Kosten des Brennmaterials (Holz) 11 bis 12 Proc. (110000 bis 120000 Francs), die des Arbeitslohnes 12 bis 15 Proc.; 25 Proc. betragen die Raffinirungskosten, folglich bleiben für das Rohmaterial 50 Proc. Nach Bontems betrugen in der Krystallglashütte Choisy-le-Roi im Jahre 1834 die Ausgaben für Brennmaterial (Kohlen) $^1/_3$, die für Arbeitslohn $^1/_3$ und die für die Rohstoffe $^1/_3$ der Gesammtfabrikationskosten, wobei freilich kein Verwaltungs- und anderer Aufwand veranschlagt ist. Herr Pâris berechnete den Brennmaterialaufwand (beste Kohlen), Krystallglashütte zu Bercy, mit 25 Proc. der gesammten Fabrikationskosten, was mit den Zahlen von Baccarat übereinstimmt.

Der Verkauf des Hohlglases geschieht theils nach der Stückzahl, theils nach dem »Hüttenhundert«, welches je nach der Art der Gegenstände aus einer größeren oder geringeren Zahl Stücke besteht, von 3 bis über 100 Stück. Die Weinflaschen werden jedoch in der Regel nach 100 Stück (oder wie in England nach »Gros« = 144 Stück) verkauft. Der Verkaufspreis ist beispielsweise für 100 Stück Rheinweinflaschen in England etwa 4 Thaler 20 Ngr. (17$^1/_2$ Francs), in Deutschland 3 bis 4 Thaler, Bordeauxflaschen kosten etwas weniger als Rheinweinflaschen. Champagnerflaschen sind um die Hälfte theurer (27 Francs in Frankreich). Ordinäre Gläser werden, je nach ihrer Größe, von 1$^1/_2$ bis 2 Thaler pro 100 Stück in Deutschland verkauft. In Oesterreich ist nach einer großen Durchschnittsberechnung der Werth von

1 Centner Schleifglas zu 14 Gulden (9$^1/_3$ Thaler, 35 Francs),
1 Centner Krystall- und fertiges Hohlglas zu 30 Gulden (20 Thaler 75 Francs)

gefunden worden.

Die Bezahlung der Arbeit erfolgt gewöhnlich nach dem Hüttenhundert (26 Stück Weinflaschen), wofür 5 bis 9 Ngr. (17$^1/_2$ Kreuzer oder 62 Centimes bis 32 Kreuzer oder 1 Franc 12 Centimes) bezahlt werden; den Umständen angemessen wird aber die Arbeit auch nach dem Stücke bezahlt, was besonders bei größeren und bei Luxusgegenständen der Fall ist. Für einen Schwefelsäureballon z. B. von durchschnittlich 14 Pfund Gewicht erhält ein deutscher Bläser 4 Neugroschen ($^1/_2$ Franc). — Die Werkzeuge werden an einigen Orten von den Arbeitern, meist jedoch vom Besitzer der Hütte geliefert und unterhalten. In England arbeiten an jedem Bleiglasofen gewöhnlich vier Arbeitercompagnien; man nennt dies das »Vierstuhlsystem«. Jede Compagnie besteht aus einem

Digitized by Google

ersten Arbeiter (gaffer, first, finisher), zwei Bläsern (blowers), einem Jungen (boy), welcher die Formen zu besorgen hat und einem Jungen, welcher die Waaren in den Kühlofen schafft (taker in). Die Arbeiter arbeiten sechs Stunden lang (one move), worauf sie von anderen abgelöst werden.

Die Leistung einer move wird zu 200 Weinflaschen [1]) oder 60 Weingläsern berechnet, für erstere 5 Sh., für letztere 6 Sh. Arbeitslohn bezahlt. Was die Arbeiter mehr arbeiten, kommt ihnen in gleichem Verhältnisse zu gut; arbeiten sie aber weniger, so wird ihnen ein entsprechender Abzug gemacht. Der erste Arbeiter bezahlt die übrigen.

B. Tafelglas

umfaßt die Erzeugung von Fenster- und Spiegelglas, wozu nur Kali- oder Natronglas mit Vortheil verwendet werden kann, da das Bleiglas zu weich ist.

42 **1. Fensterglas** (verre à vitres). Das Fensterglas und wohl das Tafelglas überhaupt kannten die Phönizier noch nicht; die erste Erwähnung davon geschieht im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung durch Seneca, welcher sagt, daß zu seiner Zeit die Glasfenster eingeführt worden seien. Vom vierten Jahrhundert an scheint man ihren Gebrauch auch in Deutschland kennen gelernt zu haben. Im 12. und 13. Jahrhundert wurde es vielfach zu Kirchenfenstern verwendet, aber noch im 17. Jahrhundert war es ein Gegenstand des Luxus.

Heutzutage werden in Oesterreich jährlich etwa 170000 Centner, in England 120000 Centner Fensterglas erzeugt. Die Production Frankreichs, Belgiens und des Zollvereins ist uns unbekannt, dürfte jedoch in jedem dieser Länder mindestens ebenso viel betragen, wie in England.

Es giebt zwei Methoden, Fensterglas (Scheibenglas) zu formen, welche beide gleich bemerkenswerth sind durch Originalität und Scharfsinn der Erfindung.

Die erste Methode, »Cylinder- oder Walzenglasfabrikation«, scheint am frühesten bekannt gewesen und von den Venetianern zuerst allein angewendet worden zu sein. Ihnen ahmten die Böhmen nach, und von da führte es Drolinvaux mit Hülfe böhmischer Arbeiter im Jahre 1730 zu St. Quirin in Frankreich ein (noch heute nennt man auch in Frankreich das feinste Tafelglas verre façon de Bohême oder verre en tables). Später wurden zu St. Quirin auch geblasene und gegossene Spiegel verfertigt, und die Fabrik im Jahre 1840 nach Cirey verlegt. Die Cylinderglasfabrikation producirt Glas in Tafeln, Scheibenglas (spreadglass, broadglass, german sheet glass, verre en cylindres, verre en manchons, verre en canons), indem sie zuerst durch Blasen einen Cylinder bildet, (der bei geringem Durchmesser, überhaupt geringen Dimensionen, »Walze«, manchon, genannt wird). Um diesen in eine Scheibe zu verwandeln, wird er seiner Länge nach aufgesprengt, und dann, den Sprung nach oben gerichtet, auf der Sohle eines Ofens, des »Streckofens« (four à étendre,

[1]) In Frankreich zu 150 Bordeauxflaschen.

Digitized by Google

flatting-furnace), so weit erweicht, daß er sich öffnet. Hierbei kommt Alles darauf an, daß der Streckofen den erforderlichen Hitzegrad, Rothglühhitze, hat, damit der Cylinder eben weich genug wird, um sich ganz flach zu legen, ohne auf der Sohle anzuschmelzen. Die Sohle selbst muß nicht bloß vollkommen eben, sondern ihre Oberfläche auch so beschaffen sein, daß das Glas weder leicht haftet, noch seinen Glanz verliert. Früher bestand dieselbe aus einer dicken Glasplatte, das »Lager« (lagre, flatting-stone, spreading plate), welche, um das Anhaften zu verhindern, auf ihrer Oberfläche dadurch mit Kalk oder Gyps bestreut wurde, daß man eine Hand voll davon in das Feuer warf. (Auch heute noch benutzt man solche Lager an manchen Orten, z. B. Böhmen und Thüringer Wald). Eine solche Platte wird aber immer sehr bald krystallinisch und muß dann durch eine neue ersetzt werden, was, da jedes Lager zu mindestens 1 Thaler (1 Gulden 45 Kreuzer oder 3 Francs 75 Centimes) zu berechnen ist, nicht unbedeutende Kosten verursacht. Bequemer und um die Hälfte weniger Unkosten verursachend sind die von dem Glasfabrikanten Lippert zu Himmelspfort in Böhmen 1825 erfundenen Lager aus Thon, indem sie sehr lange gebraucht werden können, ehe sie rauh werden, und pro Stück nur 4 bis 5 Thaler, etwa ebensoviel als ein Hafen, kosten. Die Anfertigung dieser Lager erfordert viel Aufmerksamkeit und ist überhaupt eine eigenthümliche, daher wir die Beschreibung nach Lippert's Vorschrift folgen lassen, obgleich nicht allenthalben mehr nach derselben gearbeitet wird.

Anfertigung des Lagers. In eine einfache Form von Holz wird zuerst eine Lage reinen Pfeifenthones, mit Wasser zum Teige angemacht, eingestampft. Darauf kommt eine zweite Lage von Masse aus gleichen Theilen Thon und Quarzpulver, welche ebenfalls festgeschlagen wird. Alsdann wird die Oberfläche während 14 Tagen, täglich einige Stunden lang, mit einem plattgeschnitzten Stücke Buchenholz geglättet und das Ganze endlich aus der Form genommen und 2 Stunden gebrannt.

Die Größe des Lagers richtet sich nach der Höhe und dem Durchmesser der Cylinder, oder vielmehr der Höhe und Breite der zu streckenden Tafeln. Eine mittlere Größe ist 40″ (104 Centimeter) auf 60″ (156 Centimeter).

Sehr abweichend von ersterer Methode ist die zweite, die »Mondglasfabrikation«, welche, jüngeren Ursprungs, zuerst in der Normandie in Ausübung gewesen zu sein scheint und heutzutage nur noch in England und an einigen Orten Deutschlands (Hannover, Bremen, Baiern) gebräuchlich ist. In England wurde sogar bis zum Jahre 1832 ausschließlich auf diese Weise gearbeitet. Erst in diesem Jahre führten die Gebrüder Chance durch Bontems die Cylinderfabrikation in England ein und dadurch ist denn auch die Mondglasproduction, welche noch im Jahre 1837 136708 Centner betrug, bis zum Jahre 1852 auf 97495 Centner zurückgegangen.

Nach dieser Methode werden die Scheiben durch die Wirkung der Centrifugalkraft erzeugt, indem zuerst ein hohler sphärischer Körper geblasen, dieser geöffnet und durch schnelle Umdrehung der Pfeife in eine runde Scheibe verwandelt wird. Eine solche Scheibe hat in der Mitte eine dickere Stelle, »Nabel« genannt, und es können nur mit Verlust an Glas viereckige Tafeln daraus geschnitten

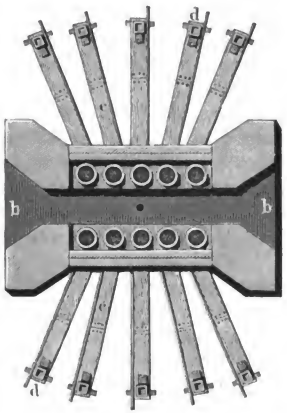
Digitized by Google

werden. Aber dieses Glas (Crownglass, flashed glass, verre en plats, verre à boudine) besitzt einen viel schöneren Glanz als das Cylinderglas.

Die gewöhnlichste Größe der Mondglasscheiben ist 50″ bis 60″ (1 M. 18 Cm. bis 1 M. 41 Cm.) Durchmesser; nur ausnahmsweise werden größere, z. B. von 68″ Durchmesser hergestellt.

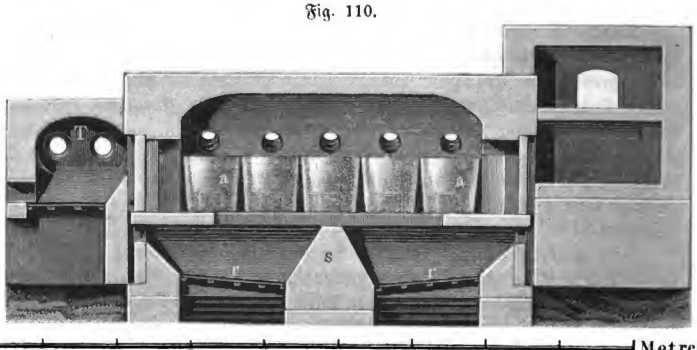
a. Die Cylinderglasfabrikation. Zu dieser Fabrikation benutzt man gewöhnlich größere länglich viereckige Schmelzöfen, welche bis zu 10 Häfen mit 600 bis 700 Pfund Glas enthalten, von der gewöhnlichen Construction mit hinreichend großen Arbeitsöffnungen, vor welchen der Cylinder von demselben Arbeiter vollständig fertig gemacht wird. Zu diesem Zwecke ist vor jeder Oeffnung das 6′ bis 8′ hohe Gerüst *cc* vorhanden, wie es der gewöhnliche, im Grundrisse, in der Höhe der Bänke dargestellte Ofen Fig. 109 zeigt.

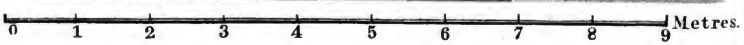
Fig. 109.



Zweckmäßiger als diese älteren Oefen sind die schon sehr allgemein eingeführten Oefen von Hutter und zwar aus dem Grunde, weil an diesen vor den Arbeitsöffnungen ein »Anfänger« für je zwei »Fertigmacher« die erste Arbeit besorgt, während letztere zu je Zweien vor besonderen größeren Arbeitsöffnungen, »Trommeln« (cornues), die Cylinder vollenden. Dadurch wird die Arbeit wesentlich beschleunigt und an Arbeitslohn erspart. Fig. 110 stellt einen Hutter'schen Ofen im Aufrisse nach den Linien *CDEFG* des Grundrisses Fig. 111 dar; Fig. 112 ist ein Quer-

Fig. 110.





Digitized by Google

Fig. 111.

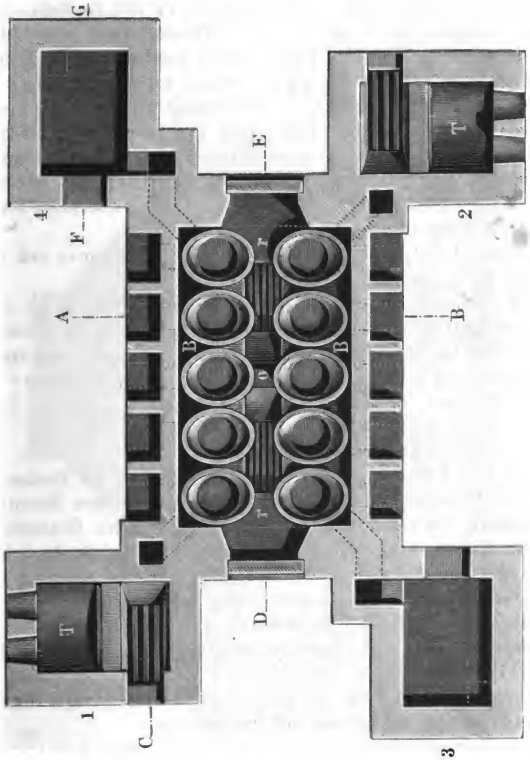
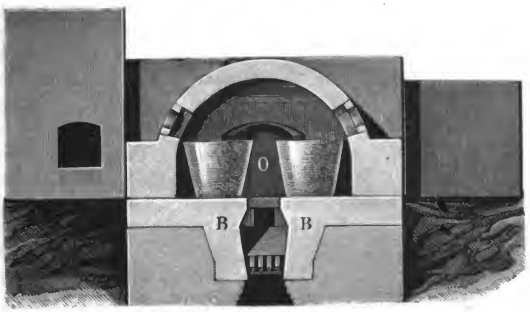


Fig. 112.



Digitized by Google

durchschnitt nach der Linie *AB*. *s* ist der Sattel, *rr* sind die Roste. *BB* die Bänke des Schmelzofens; *O* Fig. 112 die Oeffnung, durch welche die Häfen eingesetzt werden. An den Ofen sind 4 Flügel angebaut, wovon 1 und 2 die Trommeln enthalten, welche bei *f* ihre Feuerungen haben. Die Flügel 3 und 4 dienen zum Anwärmen der Häfen, zum Erhitzen des Gemenges u. dergl. Die Vorderansicht Fig. 113 zeigt die Mündungen der Trommeln, die Gerüste *RR* und zu den Seiten derselben die Schwenkgruben *GG*. Die Einrichtung des Arbeitsplatzes ist gleichfalls deutlich sichtbar und bedarf nach dem bereits Mitgetheilten keiner besondern Erklärung. *s* ist das »Schaff« zum Auflegen der fertigen Cylinder (siehe Seite 155).

Ein solcher Ofen erfordert außer den gewöhnlichen Schürern noch einen besonderen für die Trommeln.

An *Nebenöfen* erfordert die Cylinderglasfabrikation nur die später zu erwähnenden *Streköfen* (fours à étendre); Kühlöfen für die Cylinder selbst, sind, wenn nicht das Glas von ganz ungewöhnlicher Dicke ist, nicht erforderlich.

Die Arbeit des Formens besteht aus folgenden Hauptoperationen:

1. Das Blasen der Haube,
2. Das Blasen des Cylinders und
3. Das Oeffnen des Cylinders.

Durch das Blasen der Haube (calotte, cap) wird der Durchmesser oder die Weite des Cylinders gebildet und dabei von den deutschen Arbeitern etwas anders verfahren, als von den französischen. Die deutschen Glasbläser blasen nämlich den Cylinder von größerem Querdurchmesser, weil sie durch diesen die Länge der Glastafel bestimmen. Die französischen Arbeiter dagegen machen den Längsdurchmesser des Cylinders gleich der Länge der Tafel und brauchen deshalb letzterem nur einen geringeren Querdurchmesser zu geben. Dies ist aber offenbar ganz rationell, weil der Querdurchmesser des Cylinders nur durch die Kraft der Lungen *geblasen* werden kann, während die Verlängerung des Cylinders durch die bloße Wirkung der Schwere und Centrifugalkraft mit geringer Anstrengung der Armmuskeln durch *Schwingen* sich bewirken läßt.

Die zur Formung eines Cylinders erforderliche Glasmasse ist fünf bis zehn und mehr Pfunde schwer; sie wird deshalb in mehreren Absätzen an die Pfeife genommen und daraus zuerst ein »*Posten*« von der Gestalt Fig. 114 geblasen, welche nur bei *a* eine kleine Höhlung besitzt. Nachdem der untere Theil wieder heiß gemacht worden ist, bläst nun der deutsche Arbeiter, auf eine sehr beschwerliche Art die Pfeife senkrecht nach oben haltend, in dieselbe hinein. Da um *a* herum die Glasmasse am dünnsten ist, so dehnt sie sich hier zuerst aus. Sie kann jedoch nur seitlich ausweichen, weil die übrige Glasmasse *b* sie durch ihr Gewicht niederdrückt und so entsteht Fig. 115. Die französischen Arbeiter dagegen blasen das Glas in den Höhlungen des Marbels, Fig. 116, worin zuvor etwas Wasser gegossen worden ist, in der Weise auf, daß sie die Pfeife unter einem spitzen Winkel zuletzt in die Höhlung *c* einhalten und fortwährend hin- und herdrehen, indessen ein Gehülfe auf die Pfeife und den obern Theil des Glases mit der Hand Wasser schöpft. Dadurch wird der oberste Theil der Glasmasse und durch das in der Höhlung befindliche Wasser der untere so weit

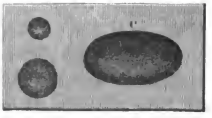
Digitized by Google

Fig. 113.

Fig. 114.

Fig. 115.

Fig. 116.

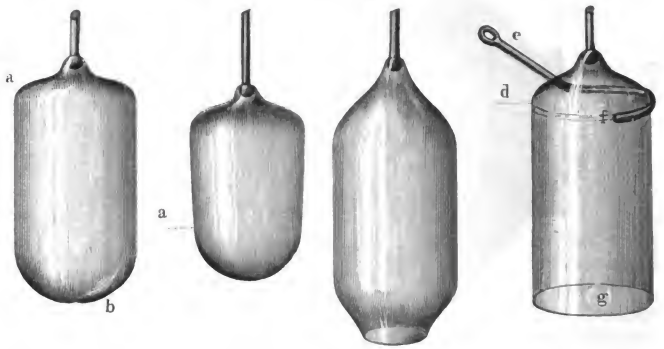


Digitized by Google

abgekühlt, daß er sich durch Blasen nicht verändern kann und nur der mittlere sich ausdehnt, wodurch, wie leicht begreiflich, ebenfalls die Fig. 115 entstehen muß.

Das Blasen des Cylinders beendigt der französische Arbeiter auf Einmal, indem er die auf eben beschriebene Weise erhaltene Glasmasse unter pendelartigem Schwingen zu Fig. 117 aufbläst. Der deutsche Arbeiter dagegen bläst zuerst Fig. 118 auf gewöhnliche Weise, erhitzt diese alsdann bei *a* nochmals und bläst dann erst Fig. 117.

Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.



Das Oeffnen des Cylinders wird allenthalben auf dieselbe, aber je nachdem man dünnes oder dickes Cylinderglas fabricirt, in doppelter Weise ausgeführt. Dünne Cylinder werden dadurch geöffnet, daß der Arbeiter soviel Luft als möglich in dieselben einbläst, dann die Mündung der Pfeife mit dem Daumen verschließt und nun das Ende des Cylinders stark erhitzt. Indem sich letzteres erweicht, dehnt sich zugleich die Luft aus; die erweichte Glasmasse wird dadurch ebenfalls ausgedehnt und zerplatzt endlich. Wenn die Ränder hierbei sehr unregelmäßig ausfallen, so werden sie mit der Scheere gerade abgeschnitten, wie Fig. 119 (doch ist dies selten nöthig) und die Oeffnung durch Rotiren des Cylinders in der Arbeitsöffnung erweitert, bis der untere Durchmesser mit dem oberen gleich groß geworden ist, wie bei *g* Fig. 120. Wenn das Glas sehr dünn ist, so könnte es hierbei, bei der nicht unbedeutenden Ausdehnung, welche es am Rande erleidet, leicht an Glasmasse fehlen. Deshalb legt man, wenn es nöthig ist, in einem solchen Falle um die zuerst hergestellte Oeffnung einen Glasfaden.

Das Ende dicker Cylinder erweicht durch das bloße Einhalten in die Arbeitsöffnung nur schwierig, es wird deshalb ein glühender Glastropfen auf dasselbe aufgetropft und derselbe alsdann in die Arbeitsöffnung gehalten, im Uebrigen aber, wie beschrieben, verfahren.

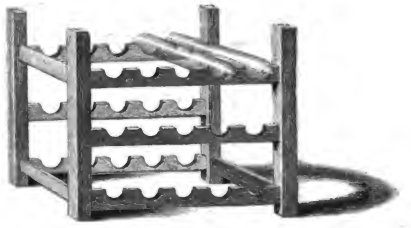
Der fertige Cylinder wird auf gewöhnliche Weise von der Pfeife abgesprengt

Digitized by Google

und auf die Walzengabel Fig. 121 *ab* gelegt, oder es wird vor dem Absprengen ein hölzerner Stab in denselben eingesteckt, um ihn damit wegtragen zu können, oder endlich man trägt schwere Walzen geradezu an der Pfeife weg und sprengt auf dem »Schaff« Fig. 122 ab. Das Schaff ist ein Holzgerüst mit halb-

Fig. 121.

Fig. 122.



runden Ausschnitten, in welche die Cylinder eingelegt werden, um beim Wegtragen desselben nicht zu rollen. Wenn dasselbe, wie Fig. 113, nur eine Lage Cylinder aufnehmen kann, so versieht man es zweckmäßig an zwei gegenüberliegenden Seiten mit Tragstangen nach Art der Tragbahren, um es mit den Cylindern bequem transportiren zu können.

Vor der weiteren Bearbeitung wird jeder Cylinder sorgfältig untersucht, ob nicht Fehler im Glase sich befinden. Sind solche vorhanden, so wird die Stelle mit Kreide oder durch Einschlagen eines Loches mittelst eines spitzen Hammers, bezeichnet. Ist nur ein Fehler, oder sind mehrere in der Längsrichtung vorhanden, so wird beim Aufsprengen diese Stelle für den Sprung gewählt und die Fehler dadurch unschädlich gemacht. Der Arbeiter wird für gröbere Fehler durch Lohnabzug gestraft.

Das Strecken (étendage). Um den Cylinder in eine Tafel zu verwandeln, wird 1. die Haube abgesprengt; 2. der Cylinder aufgesprengt und 3. ausgestreckt.

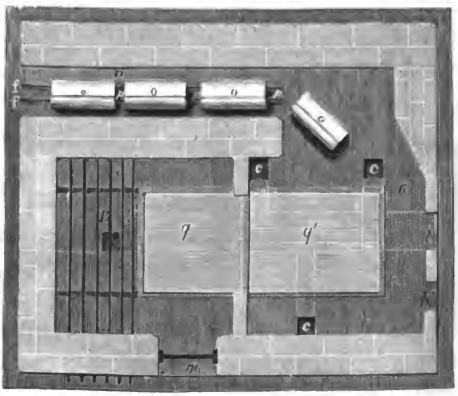
Das Absprengen der Haube und das Aufsprengen des Cylinders kann auf doppelte Weise ausgeführt werden. Entweder wird ein Glasfaden um den Cylinder an der Stelle, wo die Haube abgesprengt werden soll, gelegt, oder derselbe wird auf oder mit dem glühend gemachten Absprengeisen, Fig. 120 *c*, bei *d* gerieben und dann jedesmal ein Tropfen Wasser aufgetropft oder die heiße Stelle auch nur mit dem nassen Finger berührt. Das Aufsprengen erfolgt in ähnlicher Weise, entweder durch Auflegen eines Glasfadens oder Streichen mit dem glühend gemachten Aufsprengeisen von *f* nach *g*.

Das Ausstrecken erfolgt durch einen besondern Arbeiter, oder durch den Bläser, im »Streckofen«, welcher stets aus zwei Abtheilungen, dem eigentlichen Streckofen und dem Kühlofen besteht. Die aufgesprengten Cylinder

Digitized by Google

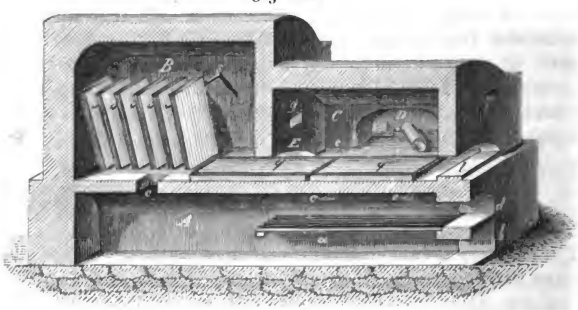
werden, den Sprung nach oben gekehrt, auf zwei Eisenschienen *ff*, Fig. 123, mittelst einer halbcylindrischen Schaufel in die Röhre des »Streckofens« gelegt, welcher

Fig. 123.



zuvor durch die Feuerung *a*, Fig. 124, mit den Zügen *cc* bis zur Rothgluth erhitzt und gehörig von allem Staub und Schmutz gereinigt worden ist. Das Lager *q'*

Fig. 124.



wird mit einer eisernen Krücke abgerieben (polirt) und der zuerst eingelegte Cylinder, sobald er etwas erwärmt ist, um seine eigene Länge vorgerückt, indem man einen zweiten einschiebt u. s. w. Das Mundloch der Streckofenröhre befindet sich bei *p* an der von der Feuerung am weitesten entfernten Seite des Ofens, das entgegengesetzte Ende derselben mündet seitlich bei *D* in den Streckraum *C* ein. Die Eisenschienen der Röhre müssen so gelegt sein, daß der darauf ruhende Cylinder die Sohle der Röhre nicht berührt. Die Cylinder kommen auf diese Weise in eine nach und nach steigende Temperatur und der am Streckraum

Digitized by Google

angekommene wird vom Arbeiter durch die Arbeitsöffnung *l* mittelst des Streckeisens in die Höhe gehoben und auf das »Lager« *q'* gelegt, welches vollkommen wagrecht in die Sohle des Streckofens eingemauert ist. Während dessen schiebt ein Gehülfe alle in der Streckofenröhre befindlichen Cylinder vorwärts und legt einen neuen an das vordere Ende. Sobald der zu streckende Cylinder auf dem Lager liegt, erweicht das Glas schnell durch die höhere Temperatur des Streckofens. Damit es nun nicht in sich zusammensinkt, muß der Strecker sofort die Ränder, wie es Fig. 125 zeigt, aus einander biegen, bis er endlich die vier Ecken der Tafel auf das Lager *q'* niedergelegt hat. Ist dies geschehen, so fährt er mit dem Streckeisen, Fig. 126 *a b*,

Fig. 125.

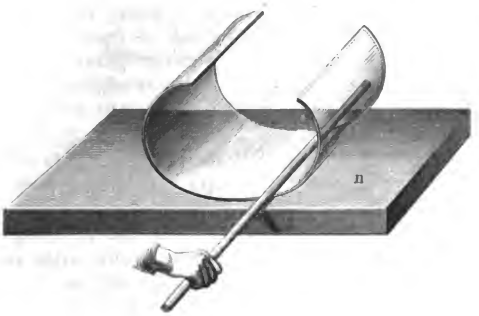


Fig. 126.

oder einer hölzernen Krücke über die Oberfläche der Tafel hin, um sie zu ebnen, und schiebt sie dann damit durch die Oeffnung *E* in den Kühlraum *B*. Nachdem sie da einige Minuten gelegen hat, um zu erstarren, wird sie mit der Scheibengabel, welche der Walzengabel Fig. 121 ähnlich ist, durch die Oeffnung *m* aufgehoben und in dem hintern Raume des Kühlofens *B* zunächst an die Wand gelehnt. Damit sich die zu einem »Pfeiler« zusammengestellten Tafeln nicht zerdrücken, wird, nachdem 20 bis 30 Tafeln zusammengestellt sind, durch im Mauerwerk des Kühlofens befindliche Löcher ein eiserner Stab (oder auch eine hölzerne Stange) *s* eingeschoben; an diesen werden wiederum eben so viele Tafeln angelehnt, ein zweiter Stab vorgeschoben u. s. f. Ist der Kühlofen gefüllt, so wird derselbe vollständig geschlossen und alle Ritzen mit Lehm verschmiert. Am folgenden Tage wird letzterer an einzelnen Stellen abgenommen, um der Luft einen beschränkten Zutritt ins Innere zu ermöglichen, und dies setzt man die darauf folgenden Tage fort. Nach 3 bis 4 Tagen ist die Abkühlung so weit vollendet, daß der Ofen geöffnet und entleert werden kann.

Die gestreckten und gekühlten Tafeln werden schließlich mittelst des Diamanten in Tafeln von der bestellten und gebräuchlichen Größe zerschnitten, wobei wiederum möglichst darauf Bedacht genommen wird, die vorhandenen Fehler unschädlich zu machen.

Digitized by Google

Die Haupterfordernisse eines gewöhnlichen Tafelglases, wenn es als untadelhaft erkannt werden soll, sind, neben der Reinheit des Glases selbst, vollkommene Ebenheit, Reinheit und Glanz der Oberfläche. Aber gerade diesen Haupterfordernissen bei dem Strecken zu genügen, ist sehr schwer, um nicht zu sagen, unmöglich.

Da aber das Tafelglas nicht bloß ein viel gebrauchter, sondern auch ein lohnender Artikel ist, so findet man vorzugsweise auf diesem Gebiete der Glasfabrikation eine große Rührigkeit und ein unermüdliches Bestreben nach Verbesserung, welches sich besonders durch veränderte oder ganz neue Constructionen der Streköfen zu erkennen giebt, von denen wir die wichtigsten im Folgenden anführen werden.

Das auf dem Lager befindliche Glas ist nicht weich genug, und darf es nicht einmal sein, um sich von selbst vollkommen flach zu legen; es muß deshalb niedergedrückt und durch das Polireisen (Streckeisen) geebnet werden. Aber dies kann unmöglich mit einem solchen Grade von Gleichförmigkeit in Druck und Strich geschehen, daß nicht einzelne Stellen mehr, andere weniger getroffen würden. Dadurch entsteht nothwendiger Weise eine wellige Beschaffenheit der Oberfläche, wie unmerklich dieselbe bei guter Arbeit auch sein mag. Um diesen Fehler zu beseitigen, hat man vorgeschlagen, 1. das Glas zwischen eisernen Platten zu Tafeln zu pressen; 2. das noch flüssige Glas zwischen eisernen Walzen hindurchfließen zu lassen und durch Auswalzen Tafelglas zu erzeugen; 3. die aufgesprengten Cylinder an einer Seite mit Zangen zu fassen, welche vom Gewölbe des Ofens herabhängen und sie hängend zu strecken u. dgl. m.

Wird der Glanz der Oberfläche durch das Ebenen auf der Oberseite der Tafel vermindert, so sind andererseits noch störender die Veränderungen, welche das Fortschieben derselben auf der untern Fläche mit sich bringt, die sogenannten »Streckritzer«. Ferner findet leicht ein Verbiegen der Tafeln, insbesondere wenn sie dünn im Glase sind, beim Aufstellen statt, und läßt man, um dies zu vermeiden, dieselben länger auf dem Sohlsteine des Kühlofens liegen, so entsteht eine nachtheilige Verzögerung der Arbeit. Endlich kann, wenn die Erhitzung des Streckraumes nicht sehr gleichmäßig erfolgt, das Glas an einzelnen Stellen zu heiß werden (»verbrennen«), wodurch es ein unreines, fast körniges Ansehen erhält.

Die gleichmäßige Erhitzung des Streckraumes ist abhängig von der richtigen Placirung der Feuerzüge; die Streckritzer lassen sich dadurch vermeiden, daß man die gestreckte Tafel nicht über das Lager hinschiebt, und das Verbiegen derselben kann nur durch vollständige Kühlung in horizontaler Lage unmöglich gemacht werden. Wir werden im Folgenden zeigen, wie weit es in der Praxis gelungen ist, diesen Forderungen gerecht zu werden.

Um die gestreckte Tafel nicht bewegen zu müssen, hat man den Streckstein beweglich eingerichtet und ihm entweder eine kreislinige (rotirende, zuerst von Coffan 1830 vorgeschlagen) oder eine geradlinige Bewegung ertheilt. Es giebt demgemäß außer den alten Streköfen mit unbeweglichem Strecksteine solche mit rotirendem und solche mit geradlinig beweglichem Lager. Im letzten Falle wird

Digitized by Google

das Lager unmittelbar in Falzen oder auf Schienen bewegt, oder es liegt auf Rädern, welche auf Eisenbahnen laufen.

Strecköfen mit rotirenden Streckſteinen. Denkt man ſich die Sohle eines ſolchen Streckofens als eine kreisrunde Scheibe von feuerfeſtem Stein *d d*, Fig. 127, welche durch die Welle *f* mittelſt der ſelbſtverſtändlichen Vorrichtungen *i, k, l, m, n* in einer horizontalen Ebene drehbar iſt, ſo begreift man zunächſt, daß auf eine ſolche Scheibe mehrere Lager neben einander gelegt werden können. Iſt nun der Ofen, deſſen Sohle die Scheibe mit ihren Lagern bildet, durch eine verticale Scheidewand, welche einige Zoll über der Scheibe beginnt, wie es aus Fig. 128 ſichtbar iſt, in zwei Räume abgetheilt, ſo müſſen die

Fig. 127.

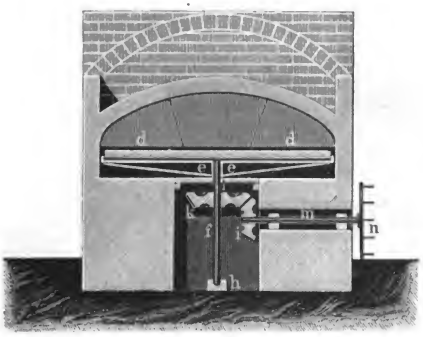
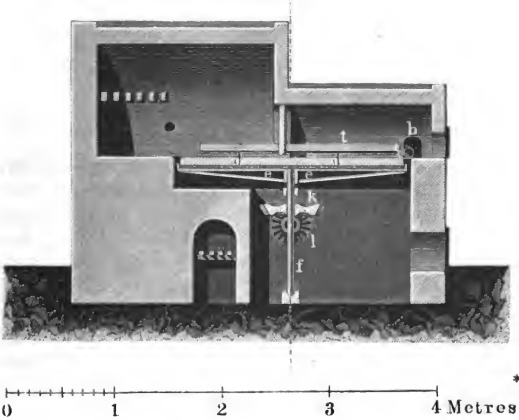


Fig. 128.



einzelnen Lager beim Drehen der Scheibe nach einander von dem vordern, dem

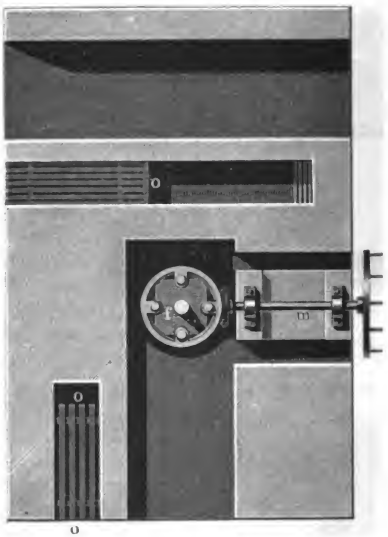
*) Dieſer Maßſtab zu den Fig. 127, 128 u. 129, gilt auch für Fig. 130, 131 u. 135.

Digitized by Google

Streckraume, in den hintern, den Kühlraum, gelangen und umgekehrt, d. h. es können in dem vordern Raume die Cylinder gestreckt und die Tafeln, ohne daß man sie zu schieben braucht, in den hintern, der als Kühlofen dient, befördert werden.

Der in Fig. 127 bis 129 dargestellte Ofen ist der des Herrn Hutter; Fig. 129 stellt den Grundriß des Ofens in der Höhe der Roste *oo* dar. Bei *f*

Fig. 129.



sieht man einen gußeisernen Ring, auf welchem zuerst ein größerer eiserner Ring festgemacht wird. Dieser dient als Träger für eine Scheibe von Eisenblech mit aufgebogenen Rändern und auf diese werden die Lager in Thon eingelegt. Fig. 128 ist ein Längsdurchschnitt durch die Mitte des Ofens; *b* die Oeffnung, durch welche die Cylinder in den Streckofen geschoben werden, *t* eine polirte Thonplatte, welche an der hintern Wand des Ofens liegt und auf welche die Cylinder im Streckraume vor dem Strecken gelegt werden, um sie gehörig zu erwärmen. Im Kühlraume legt man sie darauf, um sie vor dem Aufstellen etwas abkühlen zu lassen. Fig. 127 ist ein Querdurchschnitt durch die Mitte der Scheibe, welcher die Scheidewand zwischen dem Streckofen und Kühlofen erkennen läßt.

Ein dem Hutter'schen ähnlicher Ofen ist der des Herrn v. Poschinger, Fig. 130 (Aufriß) und 131 (Querschnitt nach *CD* Fig. 130). Dieser hat nämlich ebenfalls einen rotirenden Streckstein 10, mit vier Lagern 9,9. 2 ist der Canal, durch welchen die Cylinder eingeschoben und auf die Platte 12 gebracht werden, die höher liegt als die Streckstein. Von da hebt sie der

Digitized by Google

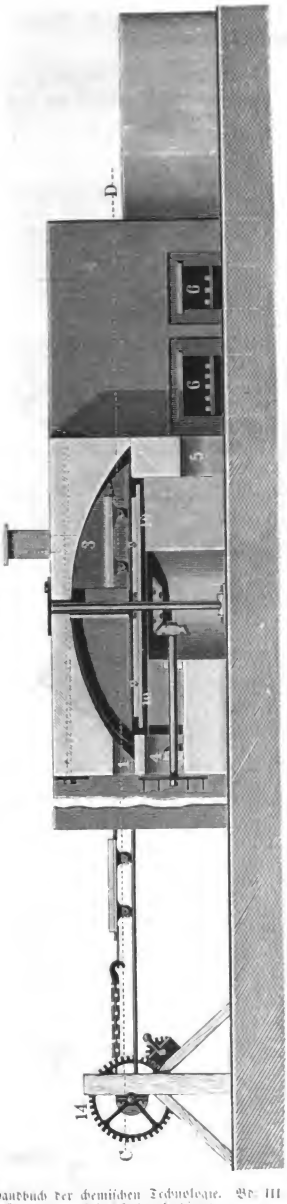


Fig. 130.

Strecker durch die Arbeitsöffnung 1 auf das vor ihm befindliche Lager, streckt sie darauf und wenn dieses der Oeffnung 3 gegenüber angekommen ist, wird die Tafel abgehoben und auf den Wagen 16 gelegt. 6,6 sind die Feuerungen und 8,8 die in den Streck- und Kühlraum mündenden Züge. Letzterer besteht aus zwei Canälen *A* und *B* mit Eisenbahnen. In dem dem Streckofen zunächst gelegenen werden die Wagen 16, nachdem sie mit den gestreckten Glastafeln beladen sind, durch die Vorrichtung 14 vorwärts bewegt. Jeder Wagen wird, sobald er am Ende des Canales angekommen ist, entladen und geht dann leer in dem zweiten Canale zurück. Die Construction der Wagen wird durch die beigegebenen Detailzeichnungen in Fig. 132 bis 134 (a. f. S.) deutlich gemacht.

Alle Streckösen, welche mit rotirenden (und überhaupt beweglichen) Strecksteinen construirt sind, müssen an demselben Fehler leiden, welcher darin liegt, daß der Streckstein, als ein schlechter Wärmeleiter, seine Wärme schwer abgiebt, wenn er in den Kühlofen übertritt, und daher die Tafel sich nicht so schnell abkühlt, als die Erfinder dieser Construction wohl erwartet haben mögen. Das Verbiegen der Tafeln muß folglich bei ihnen am leichtesten vorkommen.

Hutter hat bei seinem Ofen diesen Uebelstand durch die Kühlplatte *t*, Fig. 128 u. 135, und durch die Zwischenkammern *s* und *p*, Fig. 135 (s. S. 163), zu beseitigen gesucht, indem er durch die Wände *vv* das Eindringen von Wärme in diese Kammern unmöglich zu machen beabsichtigte, in der Voraussetzung, daß beim Passiren durch diesen Raum die Tafeln vollständig erstarren würden.

v. Poschinger dagegen ist es durch seinen Canal-Kühlofen, der sich schnell allgemeine Anerkennung ver-

Digitized by Google

Fig. 181.

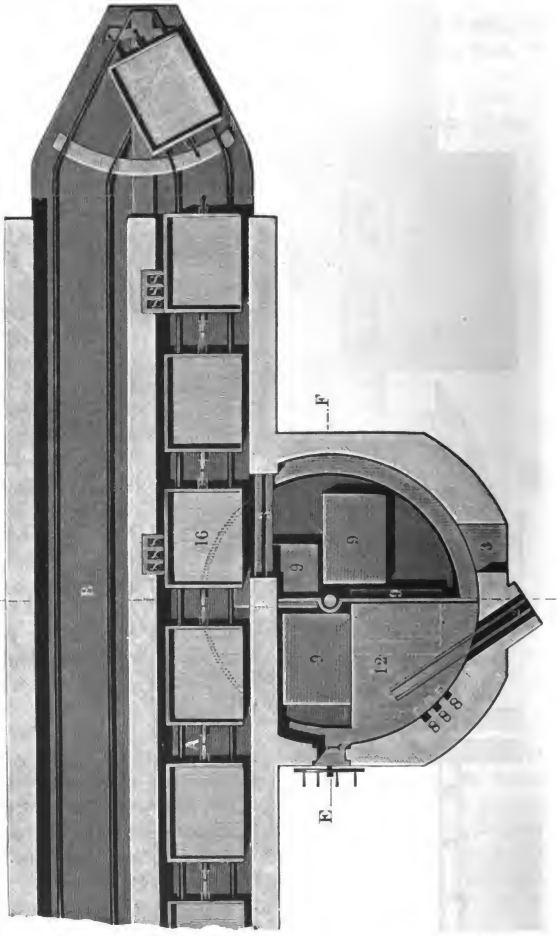


Fig. 132.

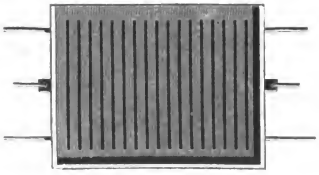


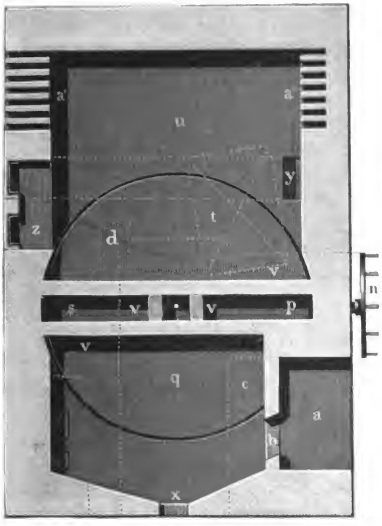
Fig. 133.

Fig. 134.

Digitized by Google

schaffte, gelungen, den genannten Uebelstand nicht nur vollständig durch die Kühlung der Tafeln in horizontaler Lage zu beseitigen, er hat damit auch noch den weitern Vortheil erreicht, daß das Kühlen sehr schnell beendigt werden kann und von den gekühlten Tafeln nicht so viele zerbrechen, wenn sie von den Wagen abgenommen werden, als dies beim Ausnehmen aus dem gewöhnlichen Kühlofen geschieht.

Fig. 135.



Strecköfen mit geradliniger Bewegung der Streckſteine. Den Oefen mit rotirenden Streckſteinen wird der Vorwurf gemacht, daß der Bewegungsapparat die Anlegung von Feuerzügen zur gleichmäßigen Erhitzung des Streckraumes sehr erschwere und in Folge dessen das Glas leicht »verbrenne.« Die Oefen mit geradliniger Bewegung der Streckſteine sind mit diesem Uebelstande, wenigstens nicht nothwendig behaftet. Einer der einfachsten dieser Art ist der Kirn'sche. Fig. 136 ist ein Aufriß durch die Mitte des Ofens, Fig. 137 ein Grundriß;

Fig. 136.

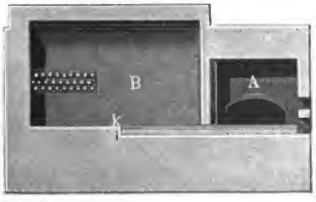
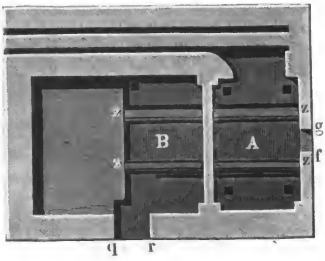


Fig. 137.



A ist der Streckraum, *B* der Kühlraum. Das Eigenthümliche der Einrichtung sind die Stücke *ee* von gebranntem Thon, welche mit übereinanderliegenden

Digitized by Google

Falzen *ik* versehen sind. In diesen Falzen werden die Lager, welche in einem eisernen Rahmen eingerahmt sind, hin- und hergeschoben. Die Lager werden bei der Arbeit zuerst im Kühlofen angewärmt, dann wird mittelst eines eisernen Hakens, welcher in ein in dem eisernen Rahmen befindliches Loch eingesteckt wird, von *fg* aus ein Lager auf dem obern Falz in den Streckofen gezogen. Nach dem Strecken schiebt man es zurück und zieht das zweite auf dem untern Falz vor ꝛc. Von *qr* aus wird die gestreckte Tafel aufgehoben und im Kühlofen aufgestellt.

Daß der Kirn'sche Ofen keine Garantie gegen das Verbiegen der Tafeln bietet, ist klar. Besser ist in dieser Beziehung der Ofen von Chance und noch vorzüglicher der von Leonard.

Im Ofen von Chance ist die Sohle des Streckofens *A* und des Kühlofens *CD*, Fig. 138, mit Schienen *ddee* belegt, auf welchen drei Lager *abc* abwechselnd hin- und hergeschoben werden. In der Lage von *b* wird der Cylinder eingeschoben, während in der Lage *a* gestreckt wird. Die Glastafel auf *a* wird nach *C* und *D* und in die Lage *c* gebracht, bis sie hinlänglich abgekühlt ist, um aufgestellt zu werden ꝛc.

Fig. 138.

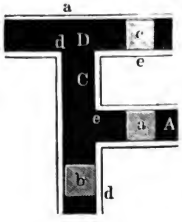
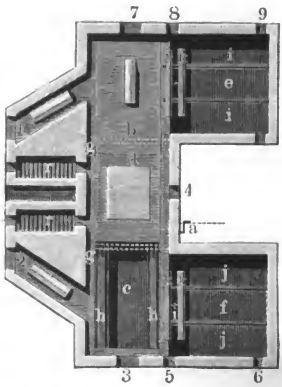


Fig. 139.

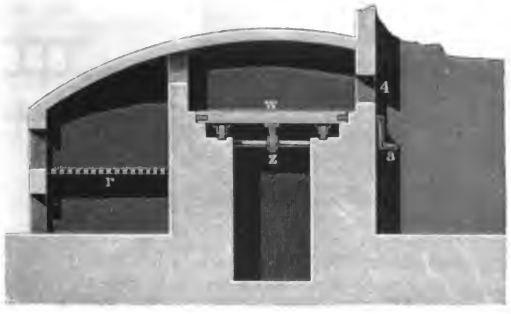


Die Einrichtung des Streckofens von Leonard ist folgende. Auf einer durch die Räume *bdc* hindurchgehenden Eisenbahn *hh*, Fig. 139, läßt sich ein Wagen *w*, Fig. 140, mit darauf befestigtem Lager, dessen Länge gleich ist der von *b* und *d* zusammen, mittelst der Kurbel *a* und des Getriebes *z* bewegen. *rr* sind zwei Rostfeuerungen, die den Raum *d*, welcher als der eigentliche Streckraum zu betrachten ist, am stärksten heizen; *b* und *c* sind daher nur Räume zum allmäligen Anwärmen und Abkühlen, *e* und *f* zwei Kühlöfen, auf deren Sohle gleichfalls Eisenbahnen, *ii* und *jj* mit darauf beweglichen Trägern *kk*, oder Wagen für die Glastafeln sich befinden. 1 und 2 sind Canäle, durch welche die Cylinder eingeschoben werden. Nach der Zeichnung ist durch die Oeff-

Digitized by Google

nung 4 eine Glastafel in *d* gestreckt und in *b* ein Cylinder auf das Lager gelegt worden. Durch Drehung der Kurbel *a* wird nun der Wagen nach *c* bewegt,

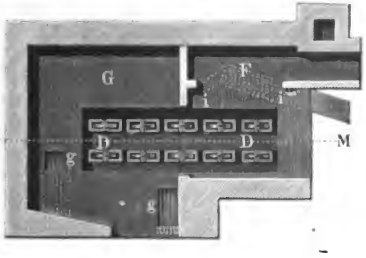
Fig. 140.



die Tafel auf *k* in *f* und ein durch 2 eingeschobener Cylinder auf das jetzt in *c* befindliche Lager gelegt. Gleichzeitig ist der aus *b* herübergekommene Cylinder in *d* gestreckt worden. Der Wagen wird nun nach *b* bewegt; die Tafel auf *k* in *e* und ein durch 1 eingeschobener Cylinder auf das Lager gebracht u. s. f. Sind die Träger in dem Kühlofen hinlänglich beladen, so werden sie vorgeschoben und durch 5 und 8 neue eingesetzt u. s. f., bis die Kühlräume gefüllt sind. Die Tafeln werden dann abgekühlt, durch 6 und 9 und nach ihnen auch die Träger wieder herausgenommen, um durch 5 und 8 von Neuem eingesetzt zu werden.

In Deacon's Ofen, den wir nur wegen seines eigenthümlichen Bewegungsmechanismus anführen, Fig. 141 und 142, bedeutet *F* den Streckofen und *G* den Kühlofen. Die Lager werden auf Rahmen, Fig. 143, welche aus Längs- und Querschienen gebildet sind, aufgelegt und in ihrer Lage durch die Stifte *a a* festgehalten. Die Bewegung dieser Rahmen wird dadurch erleichtert, daß sie über die festliegenden Räder *E E* hinweggeschoben werden. Um das Gleiten zu bewirken und sie zugleich in der Richtung zu erhalten, ist die eine der beiden Längsschienen unterseits mit einer Spur versehen. Da wo die Räder sich befinden, sind auf der Ofensohle eiserne Platten *D D* eingemauert, mit Oeffnungen in der Mitte, durch welche die Radkränze in den Ofen eintreten.

Fig. 141.



Digitized by Google

Allen früher bezeichneten Anforderungen scheint der nachfolgende Ofen, der in der Gegend von Saarbrücken im Gebrauche ist, am besten zu entsprechen,

Fig. 142.

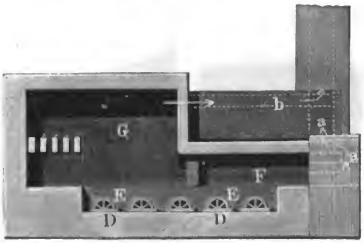
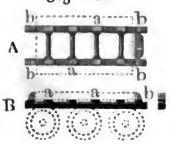
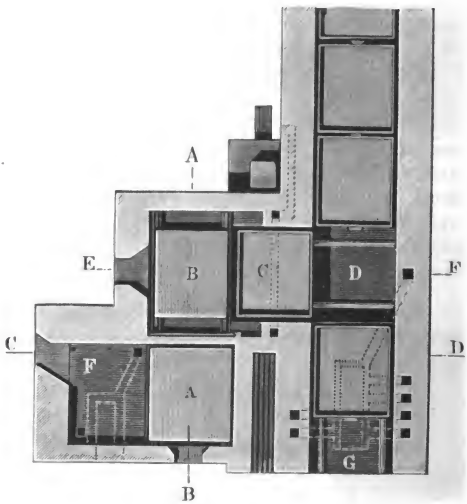


Fig. 143.



indem er alle Vortheile der bisher beschriebenen in sich vereinigt. Er ist nämlich, streng genommen, ein Poschinger'scher Ofen, in welchem die rotirenden Streckſteine durch hin- und hergehende ersetzt sind. Der Grundriß Fig. 144 zeigt die

Fig. 144.

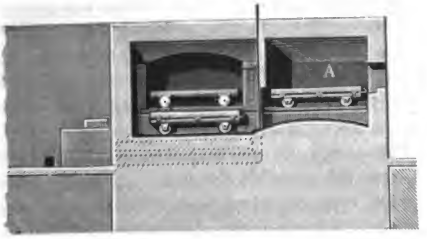


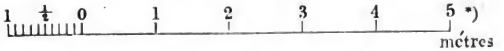
Disposition aller Räume, und zwar ist *F* der Raum zum Vorwärmen der Cylinder, *A* der Streckraum, *B* und *C* Räume, durch welche die gestreckte Tafel hindurchgeht, um in *D*, den Kühlcanal, zu gelangen.

Digitized by Google

Die Lager befinden sich auf zwei Eisenbahnwagen (Streckwagen), welche auf zwei in verschiedener Höhe gelegten Geleisen laufen, wie aus Fig. 145, 146 und 147 zu ersehen ist. Zum Strecken wird der Cylinder aus F auf das Lager des

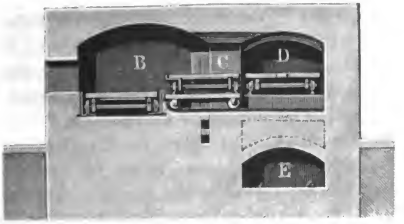
Fig. 145.





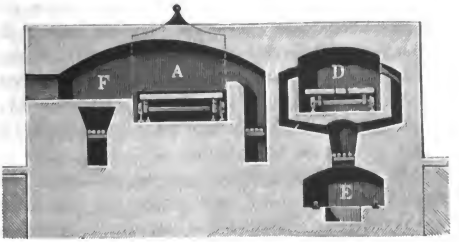
in A z. B. auf dem oberen Geleise befindlichen Wagens (Fig. 145) gelegt. Nach dem Strecken wird dieser mit der Tafel nach B geschoben und der in B befind-

Fig. 146.



liche Streckwagen auf dem untern nach A aufsteigenden Geleise heraufgezogen. Unterdessen wird die in B liegende Tafel von dem Lager abgenommen und auf

Fig. 147.



*) Maßstab zu den Figuren 144 bis 147.

einen in *C* befindlichen Transportwagen gelegt, welcher, wie es Fig. 146 zeigt, auf einem zweiten steht, der die Schienen trägt, selbst aber auf einer nach *D* herüberführenden Bahn beweglich ist und darauf herübergeschoben wird, sobald er mit 12 Tafeln belastet ist. In *D* fehlt an dieser Stelle ein Stück des Geleises, welches längs des Canals gelegt ist, von der Länge des untern Wagens, so daß, wenn dieser einrückt, die Verbindung hergestellt ist und der obere Wagen auf den Längsschienen weiter geschoben werden kann. Sobald dies geschehen ist, wird an dessen Stelle von *G*, Fig. 144, aus ein leerer Wagen vorgerückt und nach *C* gezogen, um mit der Tafel belastet zu werden, welche auf dem untern Wagen gestreckt worden ist u. s. f. Ist ein Wagen am Ende des Kühlcanals angelangt, so wird er aus diesem heraus auf eine Bühne gezogen, auf welcher er, nachdem er entladen ist, so weit heruntergesenkt wird, daß er in den Canal *E* eingeschoben werden kann, in dem er zurückgeht. Am entgegengesetzten Ende dieses Canales angelangt, wird er durch eine ähnliche Vorrichtung wieder gehoben und in *G* eingeschoben u. s. f.

Die Zahl der Wagen für einen solchen Ofen, welche übrigens ganz dieselbe Einrichtung, wie die in Fig. 132 ff. dargestellten haben, beträgt 16 bis 24. Die Gesammtkosten der Herstellung belaufen sich danach auf 1500 bis 2000 Thaler.

Das Brennmaterial. Zum Strecken bedarf man ein Brennmaterial, welches eine lange Flamme ohne Ruß und Asche giebt. Man hat daher bis in die neueste Zeit geglaubt, nur Holz dazu verwenden zu können. Jetzt sind jedoch an verschiedenen Orten mit Steinkohlen, sowie auch mit Kokes Versuche gemacht worden und haben sehr befriedigende Resultate geliefert. Am zweckmäßigsten würde, wie wir glauben, gerade beim Strecken die Gasfeuerung sein.

Daß bei fabrikmäßigem Betriebe ein besonderer Schürer für den Streckofen nöthig ist, braucht kaum erwähnt zu werden.

Kosten des Streckens. Die Arbeit am Streckofen besorgt in der Regel der »Strecker«, welchem durch einen Jungen die Cylinder in den Ofen geschoben und sonstige Nebenarbeiten verrichtet werden. Der Aufwand für Brennmaterial beträgt selbst bei Anwendung von Steinkohlen etwa die Hälfte der Ausgaben, die das Strecken verursacht. Der Arbeitslohn für den Strecker ist entweder monatlich fixirt (wobei 10 Monate auf das Arbeitsjahr gerechnet werden), oder er wird nach Quadratfußen berechnet. In Frankreich beträgt er 110 Francs (29 Thaler 10 Neugroschen oder 51 Gulden 55 Kreuzer). Ein Gehülfe, welcher die Cylinder in den Ofen schiebt und überhaupt alle anderen Arbeiten, außer dem Strecken, besorgt, erhält $^1/_2$ bis $^1/_3$ und ein Mädchen, welches die Cylinder an den Streckofen zubringt, $^1/_4$ bis $^1/_6$ vom Lohne des Streckers. Wenn, wie dies bei guter Einrichtung möglich ist, 300 Cylinder in 24 Stunden gestreckt werden, kostet jede Tafel für Streckarbeit 16 Centimes (13 Pfennig oder $4^1/_2$ Kreuzer).

Verkaufsart. Das Tafelglas wird von verschiedener Qualität, als weißes oder Kreideglas und halbweißes oder grünes und von verschiedener Dicke (»einfaches«, »doppeltes«, »dreifaches«) fabricirt. Ferner ist die Größe der Tafeln verschieden, z. B. 38″ hoch und 28″ breit; 48″ (1 Meter 13 Centimeter) hoch und 30″ (71 Centimeter) breit; 62″ (1 Meter 46 Centimeter) hoch

Digitized by Google

und 26″ (61 Centimeter) breit; 52″ (1 Meter 23 Centimeter) hoch und 33″ (79 Centimeter) breit. Selbstverständlich ist endlich nach der verschiedenen Dicke des Glases auch das Gewicht des Quadratfußes verschieden. In England besitzen die gangbarsten Sorten ein Gewicht von 26, 32, 42, 52 und 64 Loth pr. Quadratfuß. In Frankreich, Belgien und Deutschland macht man das einfache Glas in der Regel leichter als in England. Endlich wird es nach den verschiedenen Fehlern, die die Tafeln haben, zu Glas erster, zweiter, selbst zu dritter und vierter Qualität sortirt.

Die rationellste Verkaufsweise würde offenbar die sein, daß man den Preis pro Quadratfuß der verschiedenen Qualitäten normirte. Man müßte sodann eine steigende Scala für einfaches, doppeltes u. s. w. Glas, oder besser gesagt, nach dem Gewichte des Quadratfußes, haben. Endlich könnte man, da es allerdings größere Schwierigkeiten verursacht, große Tafeln fehlerfrei herzustellen, wenn die Größe der Tafeln gewisse Dimensionen überschreitet, einen Aufschlag pro Quadratfuß eintreten lassen.

In England, Frankreich und Belgien scheint man auf diese Weise, wenn auch vielleicht nicht allgemein, in neuerer Zeit den Verkauf zu betreiben. In Deutschland dagegen wird das Glas nach Schocken oder Bunden verkauft, welche eine sehr ungleiche Glasfläche repräsentiren. Ein Bund z. B. besteht nach der ältern Bedeutung des Ausdrucks zwar aus einer gleichen Zahl Tafeln, nämlich 6, allein diese sind bald größer, bald kleiner und danach ist der Preis des Bundes verschieden. Indessen ist der Begriff Bund nicht überall derselbe und es werden da oder dort eine verschiedene Zahl von Tafeln, je nach ihrer Größe, = 1 Bund gerechnet. Noch schlimmer ist es mit den Schocken (und den früher in Frankreich gebräuchlichen Packen), deren Normirung kein festes Princip, sondern nur ein »Tarif« zu Grunde liegt, in welchem angegeben ist, wie viel Tafeln und von welcher Größe 1 Schock ausmachen [1]). Hiernach ist z. B. eine Tafel von 40″ : 31″ = 2 Schock und 60 Tafeln von 8″ : 6″ = 1 Schock, so daß man im ersten Falle 620 Quadratzoll, im letzten Falle 2880 Quadratzoll für den gleichen Preis erhält. In Oesterreich, wo vorzugsweise nach Schocken verkauft wird, giebt man sogar nicht einmal Höhe und Breite der Tafeln gesondert, sondern nur die addirten Zolle an.

Daß eine Tafel von großen Dimensionen einen höheren Werth besitze als zwei kleinere von zusammen derselben Oberfläche, muß zugegeben werden. Unmöglich kann man aber glauben, daß die Differenzen weder für den Käufer noch für den Verkäufer so groß sein können, wie sie bei der jetzigen Verkaufsart sich herausstellen.

Im Jahre 1818 war der Preis von 1 Pack Tafelglas in Frankreich 5 Gulden 30 Kreuzer, der Preis von 1 Schock in Deutschland 4 Gulden 30 Kreuzer rheinl. Der Quadratfuß berechnete sich hiernach in Frankreich zu 1 Gulden 28 Kreuzer, in Deutschland nur zu 54 Kreuzer bei großen Tafeln und ein-

---

[1]) Dem Gewichte nach wird bei Berechnungen 1 Schock durchschnittlich = 14½ Pfund Glas angenommen.

Digitized by Google

fachem Glase. Jetzt kostet in Oesterreich das Schock ordinäres einfaches Tafelglas 54 Kreuzer (18 Neugroschen, 1 Gulden 3 Kreuzer rheinl., 2 Francs 25 Centimes), feines und stärkeres bis 2 Gulden 30 Kreuzer (1Thlr. 20 Ngr., 2 Gulden 55 Kreuzer, 6 Francs 25 Centimes), wonach der Quadratfuß vom ersten nur zu 3 Kreuzer (1 Neugroschen, $3^1/_4$ Kreuzer rheinl., 12 Centimes), vom letzten zu etwa 9 Kreuzer (3 Neugroschen, 10 Kreuzer rheinl., 36 Centimes) sich berechnet. In Frankreich kostet das Pack weißes einfaches Glas erster Qualität $3^1/_2$ Francs (28 Neugroschen, 1 Gulden 38 Kreuzer rheinl.), halbweißes nur 1 Franc 75 Centimes (14 Neugroschen, 49 Kreuzer rheinl.). Der Quadratfuß vom ersten berechnet sich hiernach nahezu zu $^1/_2$ Franc (4 Neugroschen, 14 Kreuzer rheinl.), vom letzten nahezu zu 25 Centimes (2 Neugroschen, 7 Kreuzer rheinl.). In England wird für einfaches Glas erster Qualität (16 Unzen pro Quadratfuß) in kleinen Tafeln $6^1/_2$ Pence (5 Neugroschen, $17^1/_2$ Kreuzer rheinl., 65 Centimes), in größten Tafeln 1 Shilling 7 Pence (16 Neugroschen, 56 Kreuzer rheinl., 2 Francs), für Doppelglas erster Qualität (21 Unzen pro Quadratfuß) $7^1/_2$ Pence in kleinen Tafeln (6 Neugroschen, 21 Kreuzer rheinl., 75 Centimes) und in größten Tafeln 2 Shilling (20 Neugroschen, 1 Gulden 10 Kreuzer rheinl., 2 Francs 25 Centimes) berechnet. Die belgischen Fabriken liefern das Glas ebenso billig wie die deutschen, und kommt der Quadratfuß größerer Tafeln, halbweißes Glas erster Qualität 40 Centimes, ordinäres 15 Centimes.

Der Vergleich dieser Preise ist interessant genug, sowohl wegen der Verschiedenheit zwischen sonst und jetzt, als wegen der Verschiedenheit in den verschiedenen Ländern. Wir stellen dieselben deshalb übersichtlicher noch zusammen:

Preise des einfachen Tafelglases pro Quadratfuß in großen Tafeln.

	1818.	1860. Erste Qualität.	1860. Ordinär.
Deutschland (Oesterreich) .	2 Francs	36 Centimes	12 Centimes.
Belgien	— »	40 »	15 »
Frankreich	3 »	50 »	25 »
England	— »	65 »	— »

Die Bezahlung der Tafelglasbläser geschieht ebenfalls nach Packen, Schocken oder Bunden; am zweckmäßigsten jedoch nach Quadratfußen, z. B. 2 Francs pro 100 Quadratfuß. In Böhmen ist der Verdienst derselben durchschnittlich 60 Gulden österr. pro Monat (40 Thaler, 150 Francs), wobei sie aber auch das Strecken der von ihnen geblasenen Cylinder zu besorgen haben.

Bauchige und cannelirte Glastafeln. Nicht selten werden in neuerer Zeit außer den gewöhnlichen Glastafeln auch solche verfertigt, welche eine wellige Oberfläche oder eine bauchige Form (vitres bombées) haben.

Cannelirte Glasscheiben (vitres cannelées). Die wellige Oberfläche bringt man durch Pressen zwischen entsprechend ausgearbeiteten eisernen Platten (moules cannelés), oder dadurch hervor, daß man die glühenden Glastafeln zwischen cannelirten und befeuchteten Walzen von Holz durchzieht. Dabei biegen sie sich etwas und müssen zuletzt noch gestreckt werden. Außerdem erzeugt man

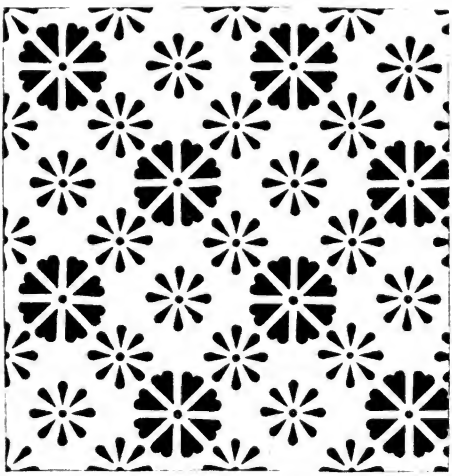
Digitized by Google

cannelirte und gerieſte Tafeln durch Guß auf entſprechend cannelirte Gießtafeln, ſowie dadurch, daß man die Cylinder in Formen bläſt, die auf ihrer Innenfläche mit Cannelirungen verſehen oder aus Drahtſtäben gemacht ſind.

Bauchige Glasſcheiben (vitres bombées). Die bauchige Form ertheilt man den Glastafeln ebenfalls auf verſchiedene Weiſe, meiſt jedoch durch eiſerne oder thönerne Formen, auf welche die gewöhnliche Tafel aufgelegt und bis zum Erweichen erhitzt wird. Mit entſprechend geformten Polireiſen wird alsdann die Tafel an die Form feſt angedrückt.

Mouſſelinglas. Unter dieſer Benennung wollen wir hier diejenigen Arten von Tafelglas zuſammenfaſſen, welche matte Zeichnungen auf durchſichtigem Glasgrunde, oder umgekehrt darſtellen, wie dies urſprünglich durch Aetzen des Glaſes geſchah, Fig. 148.

Fig. 148.



Das Aetzen des Glaſes wurde, ſoviel bekannt iſt, von einem Nürnberger Künſtler, Schwanhard, im Jahre 1670 erfunden, noch lange vorher, ehe die Flußſäure bekannt war. Später wurde es ſo ausgeführt, daß zuerſt eine Glastafel mit dem Aetzgrund der Kupferſtecher überzogen und in dieſen die Zeichnung einradirt wurde. Die ſo vorgerichtete Glastafel, die man mit einem erhabenen Rande von Wachs oder Harz umgab, übergoß man mit wäſſeriger Flußſäure oder beſtrich ſie mit einem Gemenge von Flußſpath und Schwefelſäure, oder endlich man legte ſie ohne Wachsrand auf ein paſſendes Gefäß von Blei, in welchem ſich das zuletzt erwähnte Gemenge befand. In den beiden erſten Fällen kam wäſſerige Flußſäure mit den bloßgelegten Glasſtellen in Berührung, im letzten Falle wirkte Fluorwaſſerſtoffgas auf dieſelben ein. Die Aetzung erfolgte in allen

Digitized by Google

Fällen, aber die Zeichnung erschien matt im letzten Falle, weil die ausgeschiedene Kieselerde an der geätzten Stelle eintrocknete, glatt und glänzend in den ersten Fällen, weil die Kieselerde in Lösung überging. Die Arbeit war jedoch unter allen Umständen mühsam und überdies durch die verdampfende Flußsäure lästig und selbst der Gesundheit nachtheilig.

Um mit geringerer Mühe, billiger und ohne Nachtheil ein ähnliches Resultat zu erhalten, schlug man in neuerer Zeit einen anderen und gewissermaßen entgegengesetzten Weg ein. Anstatt die Zeichnung in das Glas einzuätzen, trägt man dieselbe erhaben auf dasselbe auf. Man bedient sich dazu eines leichtflüssigen, durch Knochenasche oder Zinnoxyd trüben Glases, »Fluß«, welches in Form eines feinen Pulvers aufgetragen und im Muffelofen aufgefrittet wird. Ein solches Glas kann man erhalten durch Schmelzen von:

eisenfreiem Sande. .	100
gereinigter Potasche.	70
entwässertem Borax .	50
Bleikrystallglas . . .	100
gereinigter Mennige.	80
Zinnoxyd.	16.

Um die Zeichnung auf die Glasfläche aufzutragen, befolgt man in der Praxis ein doppeltes Verfahren.

1. Der Fluß wird mit Gummiarabicumlösung angerührt, möglichst gleichmäßig auf die Glasfläche ausgebreitet und dann getrocknet. Ist dies geschehen, so legt man eine aus Messingblech gefertigte Schablone, welche die Zeichnung ausgeschnitten enthält, auf die Glastafel und bürstet mit einer steifen Bürste das Glaspulver an den ausgeschnittenen Stellen sorgfältig ab. An den vom Bleche geschützten Stellen bleibt dasselbe sonach sitzen und wird schließlich festgebrannt.

2. In umgekehrter Weise, wie vorher, legt man die Schablone zuerst auf die Glastafel, breitet nun den wie zuvor angerührten Fluß gleichmäßig darüber aus und hebt erstere dann vorsichtig ab. Der Fluß bleibt in diesem Falle an den von dem Bleche nicht geschützten Stellen sitzen, wird getrocknet und eingebrannt.

Man kann aber auch, wie es in der Steingutfabrikation geschieht, eine mit fettem Firniß gedruckte Zeichnung auf die Glasplatte übertragen, indem man die Zeichnung zuerst ganz glatt auflegt und nach einiger Zeit das Papier aufweicht und abzieht. Nachdem die Tafel getrocknet ist, überstreut man sie mit dem gepulverten Flusse, der an den mit Firniß versehenen Stellen haften bleibt. — Dieses Verfahren findet eine Schwierigkeit darin, daß der Firniß auf der glatten Glasfläche schwer haftet. Vielleicht würde dies durch vorhergehendes Erwärmen der Glastafel erleichtert werden.

Uhrgläser. Da die Uhrgläser auf ganz ähnliche Weise verfertigt werden, wie bauchige Glasscheiben, so wollen wir an dieser Stelle das Erforderliche anführen.

Bekanntlich giebt es zwei Arten von Uhrgläsern, solche, welche einen Kugelabschnitt darstellen, »*runde*«, die ältere Art, und *flache*, die neuere Art.

Digitized by Google

Die runden Uhrgläser werden aus Kugeln erhalten, die man wie gewöhnlich bläst. Auf den untern Theil einer Kugel legt man dann eine glühend gemachte Form aus Thon oder Eisen, oder einen glühenden eisernen Ring, reibt diese auf dem Glase hin und her und betupft endlich die Stelle mit einem Tropfen Wasser, um das Glas an dieser Stelle abzusprengen.

Die flachen Uhrgläser werden aus rund geschnittenen Glasscheiben oder aus den vorhergehenden gemacht, indem man sie auf eiserne Formen legt und behandelt, wie es vorher für die bauchigen Glasscheiben angegeben wurde. In Böhmen verfertigt man diese Uhrgläser auf folgende einfachere Weise: Zuerst wird ein kleiner 4″ bis 5″ langer Kolben von ähnlicher Gestalt wie Fig. 86 so geblasen, daß dessen Boden noch etwas stärker im Glase ist, als das Uhrglas werden soll. Nachdem dann dieser dickere Boden gehörig angewärmt ist, wird die Pfeife senkrecht nach unten gehalten und möglichst rasch um ihre Achse gedreht. Dadurch plattet sich der Boden ab, indem er zugleich sich noch etwas ausdehnt. Schließlich wird er an der Stelle, wo er in den Kolben verläuft, abgeschnitten. Ein Arbeiter kann auf diese Weise in 12 Stunden 50 bis 60 Dutzend Uhrgläser fertigen, die pro Dutzend im rohen Zustande von der Hütte für 3 Kreuzer österr. = $^1/_3$ Neugroschen = 10 Centimes, verkauft werden (!).

Die Ränder jeder Art von Uhrgläsern müssen abgeschliffen werden.

Glasglocken, Glasstürze (shades). Mit der Cylinderfabrikation hängt die der Glasglocken auf das innigste zusammen, denn eine gewöhnliche Glasglocke ist nichts Anderes, als ein am Pfeifenende abgesprengter Cylinder mit ebengeschliffenem Rande.

Es giebt indessen auch flachgedrückte Glasglocken und diese werden auf die Weise erhalten, daß man das Glas in entsprechende Formen bläst.

b. Die Mondglasfabrikation erfordert keine von den übrigen abweichende Schmelzöfen; dagegen sind für die Ausdehnung der Glasmasse zur Scheibe besondere Oefen mit sehr großer Arbeitsöffnung, wie Fig. 149 oder 156, nöthig, die man Auslauföfen (flashing furnace) nennt und welche die Stelle der Streckösen vertreten. Zum Abkühlen der Scheiben sind Kühlösen erforderlich.

Fig. 149.

Da diese Fabrikationsmethode mehr ein historisches als praktisches Interesse darbietet, insofern selbst in England, dem Hauptsitze der Fabrikation, die Production bedeutend im Rückgange begriffen ist, so glauben wir uns darauf beschränken zu dürfen, im Folgenden durch Zeichnungen den Gang der Operationen anschaulich zu machen. Das ganz Eigenthümliche der Methode wird dadurch vollkommen klar werden.

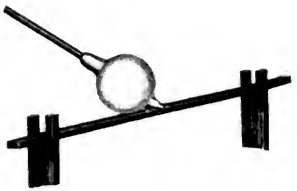
Nachdem in der früher beschriebenen Weise die erforderliche Glasmenge, »Posten« genannt, mit der Pfeife aufgenommen ist, wird sie auf das »Schneide-

Digitized by Google

eisen« aufgelegt, wie Fig. 150 zeigt, um den »Hals«, d. h. die Stelle zu bilden, an welcher später das Glas abgeschnitten wird.

Fig. 150.

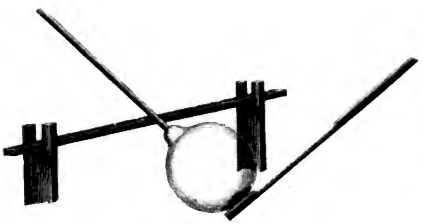
Fig. 151.



Wenn nöthig, wird nun wieder erwärmt und das untere Ende unter Blasen auf dem Schneideeisen hin- und hergewälzt, wie es Fig. 151 anschaulich macht, damit ein Knopf sich bildet, oder mit anderen Worten, eine größere Menge Glas an der Stelle zusammengebracht wird, wo später das Hefteisen angesetzt werden muß.

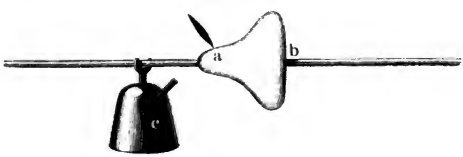
Das hierbei wieder kalt gewordene Glas wird an diesem Theile wieder erwärmt, die Pfeife auf das Schneideeisen aufgelegt, wie in Fig. 152, gedreht und geblasen wie vorher, der Knopf aber dadurch, daß ein Junge das Plätteisen an denselben andrückt, vertheilt, so daß er zuletzt äußerlich kaum noch sichtbar ist und nur nach Innen eine Verdickung der Glasmasse bildet.

Fig. 152.



Die so erhaltene Kugel wird dann mit ihrem vorderen, den Knopf enthaltenden Theile dem Feuer des Auslaufofens ausgesetzt, und, sobald das Glas erweicht, die auf einer Unterlage ruhende Pfeife mit zunehmender Geschwindigkeit um ihre Axe gedreht. Die Wirkung der Centrifugalkraft dehnt das Glas scheibenförmig aus und es entsteht demgemäß die Gestalt Fig. 153. Genau in die Mitte der Scheibe bei *b* befestigt

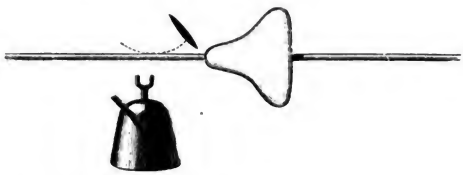
Fig. 153.



Digitized by Google

nun, nachdem die Pfeife auf den »Abſchlagſtock« *c* aufgelegt worden iſt, der Pontiljunge ein Hefteiſen; der Bläſer legt das naßgemachte »Abſchlageiſen« bei *a* an der ſchon früher erwähnten Stelle an, wodurch einige Tropfen Waſſer um den Hals herumfließen und das Springen des Glaſes veranlaſſen. Die Pfeife wird dann in die Höhe gehoben, wie Fig. 154, und mit dem Abſchlageiſen

Fig. 154.



ein Schlag in der Richtung der punktirten Linie darauf gegeben, wodurch das Glas ſich vollſtändig abtrennt; an dem Hefteiſen bleibt Fig. 155 ſitzen. Der Bläſer ergreift das Hefteiſen, führt die Glasmaſſe in den Ofen ganz ein, um ſie vollſtändig wieder zu erwärmen, zieht ſie etwas wieder zurück, um ſie in die Lage Fig. 156 zu bringen und dreht nun, indem er ſich durch die Schirmwand *S* vor der Hitze des Ofens ſchützt, ſobald das Glas erweicht, die Pfeife um ihre

Fig. 155.

Fig. 156.

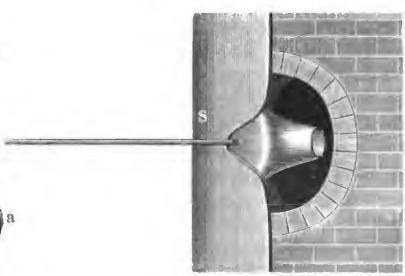
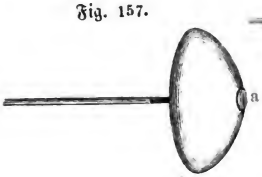


Fig. 157.



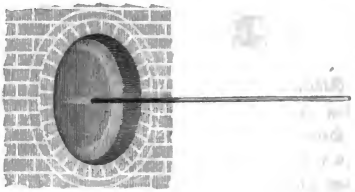
Axe, wodurch erſteres die Geſtalt Fig. 157 annimmt. An dieſer muß nun das »Maul« *a* erweitert und zugleich müſſen deſſen Ränder etwas nach Außen umgebogen werden. Dies geſchieht dadurch, daß der Arbeiter das Glas aus dem Ofen zieht und entweder auf die »Erweiterungszunge«, wie Fig. 158 (a. f. S.) auflegt, oder auf das »Erweiterungsbrett«, wie Fig. 159 (a. f. S.), aufſchiebt und dabei ſtark umdreht. Die hierbei entſtehende Geſtalt hat dieſer Art Glas ihren Namen verſchafft, denn ſie heißt die »Krone« (crown, couronne).

Digitized by Google

Ist die Krone gebildet, so wird dieselbe nun mit dem Maule in die Oeffnung des Auslaufofens gesteckt und so lange um ihre Axe gedreht, bis sie durch

Fig. 158. Fig. 159

Fig. 160.



die Wirkung der Centrifugalkraft in eine Scheibe, Fig. 160, verwandelt ist. Diese wird an dem Hefteisen über einen Haufen glühender Kohlen getragen, nachdem sie ein wenig abgekühlt ist, auf diesen niedergelassen und das Hefteisen abgeschlagen. Von da wird endlich die fertige Scheibe mit der Scheibengabel abgehoben und in den Kühlofen gebracht, wo sie aufgestellt wird.

In England werden kleinere Tafeln von Mondglas unter 4″ auf 6″ mit 2 Pence (etwa 17 Pfennig) und 8″ auf 10″ mit 3 Pence (25 Pfennig) pro Quadratfuß verkauft, größere sind verhältnißmäßig theurer.

43 **2. Spiegelglas** (glace, plate-glass). Das Spiegelglas wird gewöhnlich aus ganz reinen Materialien, in Böhmen kali-, in Frankreich, England und Belgien natronhaltig dargestellt. Ob es ganz farblos sein müsse, oder eine geringe Färbung nicht nur haben könne, sondern sogar haben solle, um eine möglichst schöne Wirkung zu thun, darüber sind die Praktiker nicht einig. In Frankreich nimmt man dazu allgemein Glas mit einem grünlichen Schnitt. In Oesterreich unterscheidet man grünes, halbweißes und weißes Spiegelglas, woraus hervorgeht, daß man das farblose für das beste hält. Wir sollten meinen, daß ein Glas ohne alle Färbung am besten geeignet sei, das Bild der Gegenstände in ihrer ganzen Natürlichkeit zurückzugeben. Jedenfalls liegt der wesentliche Unterschied zwischen Spiegelglas und Fensterglas in der größeren Reinheit der Masse und der stärkeren Dicke der Tafeln. Für ordinäre Spiegel, sogenannte Nürnberger oder Judenmaßspiegel, wird allerdings auch sorgfältig gestrecktes und vollkommen fehlerfreies Fensterglas (ohne vorher geschliffen zu werden) unter dem Namen »Finglas« verwendet.

Digitized by Google

Der Gebrauch der Glasspiegel ist nicht älter, als der der Fensterscheiben und das erste Spiegelglas wurde auf dieselbe Weise erzeugt, wie das Fensterglas, nämlich durch Blasen von Cylindern. Heutzutage ist die Fabrikation geblasener Spiegel (glaces soufflées) nur noch in Böhmen und Baiern vorherrschend, in Belgien befindet sich davon nur eine einzige Hütte. Der Grund liegt in der Schwierigkeit, größere Spiegel, wie sie der jetzige Geschmack verlangt, durch Blasen herzustellen. Es eignet sich daher diese Fabrikationsweise hauptsächlich für die Erzeugung kleinerer Spiegel (»Judengläser«, Nürnberger Spiegel) und solche von 88″ Höhe und 43″ Breite, wie sie auf der Londoner Ausstellung zu sehen waren, können nur als Ausnahme und als Beweise betrachtet werden, daß es möglich ist, größere Spiegel zu blasen; ökonomisch vortheilhaft ist dies wohl nicht.

Selbstverständlich waren die Venetianer zuerst im Besitze dieser Fabrikation, die später nach Böhmen übertragen, 1665 durch Colbert in Frankreich (Tour la ville bei Cherbourg) und 1773 in England zu London (Lambeth) durch den ersten Herzog von Bukingham eingeführt wurde. Im Jahre 1688 wurde aber eine andere Methode der Spiegelfabrikation, nämlich durch Gießen (glaces coulées) von Abraham Thévart in Frankreich erfunden und zuerst in der Vorstadt St. Antoine zu Paris ins Leben gerufen. Die Pariser Spiegelmanufactur wurde jedoch 1691 in der Art nach St. Gobin verlegt, wo sie sich noch heute befindet, daß am letzteren Orte die Tafeln gegossen, in Paris aber vollendet wurden. 1773 wurde die erste Spiegelmanufactur zu Ravenhead in England angelegt, und zwar durch eine Veranlassung, die interessant genug ist, um erwähnt zu werden. Die Manufactur zu St. Gobin hat den Grundsatz (und hält ihn heute noch fest), Niemanden zur Besichtigung des Etablissements zuzulassen. Ein englischer Admiral, welcher im Jahre 1772 in Frankreich reiste und aus Neugierde die Spiegelfabrik zu St. Gobin zu sehen wünschte, wurde denn diesem Grundsatze gemäß ebenfalls zurückgewiesen, fühlte sich aber dadurch dergestalt beleidigt, daß er, um sich zu rächen, beschloß, in England eine Spiegelfabrik zu begründen. Er führte auch in der That seinen Vorsatz aus und es entstand die genannte Fabrik zu jener Zeit unter dem Namen: The governor and Comp. of British plate-glass manufacturers. Zu derselben Zeit ward auch zu St. Ildefonso in Spanien eine Gußspiegelfabrik angelegt, welche jedoch aus Mangel an Absatz längst wieder eingegangen ist. Heutzutage ist zu Northshield die größte Spiegelmanufactur der Welt.

Das sehr anstrengende und viel Geschick erfordernde Blasen sowie das Aufschneiden und Strecken der Cylinder wird beim Spiegelguß durch Ausgießen des Glases auf eine metallene Gießplatte (table) ersetzt, welche aus Bronze oder Gußeisen besteht. Die Gießplatten vertheuern allerdings das Anlagecapital, da sie ein bedeutendes Gewicht besitzen. Eine solche von Bronze in der ehemaligen kaiserlichen Spiegelgießerei zu Neuhaus in Oesterreich z. B., 145″ (4 Meter) lang und 80″ (2 Meter) breit, wog 10145 Pfund. Eine Gießtafel von Gußeisen zu St. Marie d'Oignies in Belgien ist 5,3 Meter lang und 3,1 Meter breit. In St. Gobin war vor 11 Jahren eine Gießtafel von Bronze, welche 25000 Kilogramme wog und 100000 Francs kostete. Allein der Guß geht weit schneller als das Blasen und es lassen sich Tafeln von einer Größe herstellen, wie sie

Digitized by Google

durch Blasen nicht erzeugt werden können; auf der Londoner Ausstellung hatte die Fabrik von Northshield einen Spiegel von 18′ 8″ (5 Meter 28,5 Centimeter) Höhe und 10′ (2 Meter 83 Centimeter) Breite ausgestellt und auf der Pariser Ausstellung war ein solcher aus der Fabrik zu St. Gobin zu sehen, welcher 17′ 6″ (4 Meter 95 Centimeter) hoch und 10′ (2 Meter 83 Centimeter) breit war; eben so groß war der von der Manufactur zu Cirey ausgestellte. England producirt an gegossenen Spiegeln jährlich 200000 Quadratmeter, Frankreich 90000 und Belgien wohl eben so viel. Da man nun beim Spiegelguß kleine Spiegel, wie sie allein durch Blasen mit Vortheil hergestellt werden, gewissermaßen als Nebenproduct erhält, so begreift man leicht, daß das Blasen, wie angeführt, schon jetzt zum großen Theile durch den Guß verdrängt werden muß. Nichts desto weniger wurden nach amtlichen Angaben noch im Jahre 1856 in Oesterreich nur geblasene Spiegel producirt (die früher bestandene kaiserliche Gußspiegelfabrik ist nämlich im Jahre 1840 wieder eingegangen), und zwar im Gewichte von 46000 Centner = 2300000 Kilogramme.

a. Das Blasen des Spiegelglases. Um durch Blasen Spiegelglas zu erzeugen, bedient man sich der gewöhnlichen Schmelzöfen und möglichst reiner Materialien, wie es schon früher bemerkt worden ist. Die Arbeit ist bei dünnerem Glase für ordinäre Spiegel ganz dieselbe wie die Tafelglasarbeit. Wird das Glas dagegen viel dicker als gewöhnliches Tafelglas gewünscht, so weicht die Arbeit eben nur in Folge dessen von der bei der Cylinderglasfabrikation in einigen Punkten ab. Es wird deshalb genügen, wenn wir den Gang der Arbeit durch Zeichnungen deutlich zu machen suchen, die wir mit einer kurzen Erklärung begleiten.

Durch wiederholtes Aufnehmen von Glas und Marbeln desselben wird der Posten Fig. 161 gebildet, der für die größten Spiegel nicht weniger als 40 bis 50 Pfund wiegt und durch senkrechte Haltung der Pfeife nach unten, wie Fig. 162, von der Pfeife ab verlängert, sodann aber durch Marbeln zu Fig. 163 gestaltet

Fig. 161.

Fig. 162.

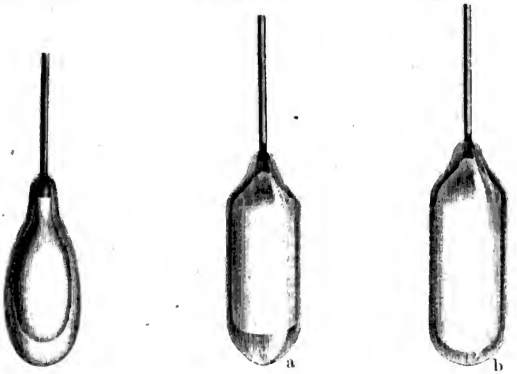
Fig. 163.

und durch Blasen unter gleichzeitigem Marbeln zu Fig. 164 aufgeblasen wird. Das hierbei abgekühlte Glas wird jetzt wieder erwärmt, hierauf zuerst geschwungen, um eine

Digitized by Google

längliche Gestalt anzunehmen, sodann auf den Marbel gelegt und geblasen bis zum Erstarren, wodurch der Cylinder Fig. 165 sich bildet. Jetzt wird dessen vorderer Theil *a*, der noch sehr dick im Glase ist, wieder erhitzt und durch Schwingen und Blasen der Cylinder Fig. 166 hergestellt. Dieser hat, wie man leicht erkennt,

Fig. 164. Fig. 165. Fig. 166.



an seinen beiden Enden am meisten Glas, während die Seiten diejenige Stärke schon besitzen, welche die fertige Tafel haben soll. Um die Stelle zu bezeichnen, an welcher später der Cylinder von der Pfeife zu trennen ist, wird der Hals desselben, etwa 1″ (23 Millimeter) von dem Knopfe der Pfeife auf dem Eisen des Arbeitsstockes hin- und hergewälzt, alsdann aber das Ende *b* wieder erhitzt. Die Pfeife wird, wenn dies geschehen, horizontal auf den Arbeitsbock gelegt und in die erhitzte Stelle genau in der Axe des Cylinders mit einem Locheisen eine Oeffnung eingeschlagen, wie es aus Fig. 167 ersichtlich ist. Nachdem diese Stelle nochmals erhitzt worden ist, schiebt ein Gehülfe die »Erweiterungszange« Fig. 168 in die Oeffnung, während der Bläser die Pfeife um ihre Axe dreht, um,

Fig. 167.

Fig. 168.

wie bei der Cylinderglasfabrikation, die Oeffnung bis zum Durchmesser des Cy-

Digitized by Google

linders zu erweitern. Ist das Glas nach dieser Operation noch weich genug, so wird in den Cylinder, wie aus Fig. 169 ersichtlich, ein Schnitt mit der Scheere gemacht, der ungefähr bis zur Hälfte der Länge reicht; wo nicht, so muß zuvor erhitzt werden.

Fig. 169.

Fig. 170.

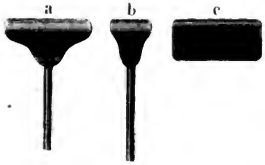
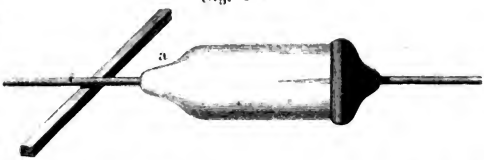


Fig. 171.



An das offene Ende des Cylinders wird nun der sogenannte Pontil, wie Fig. 171 zeigt, geheftet. Dieser besteht aus einer an einem Hefteisen befestigten und auf dem Marbel wie Fig. 170 *a* von der Seite, *b* von vorn und *c* von oben gesehen, gestalteten Glasmasse. Bei *a*, Fig. 171, wird der Cylinder von der Pfeife getrennt, seine Oeffnung, wie oben beschrieben, erweitert und ein zweiter Einschnitt in gleicher Linie mit dem ersten gemacht, s. Fig. 172. Zwischen beiden Schnitten hat man absichtlich noch etwas Glas stehen gelassen, weil sonst der Cylinder leicht in sich zusammensinken würde. Man legt ihn auf ein Tragblech, trennt durch einen Schlag auf das Hefteisen den Pontil ab und bewirkt die Vereinigung der beiden Schnitte durch einen schwachen Schlag mit einem scharfgeschnitzten Stücke Holz von innen und außen, worauf man die Ränder zurückbiegt und den Cylinder öffnet, wie Fig. 173, der nun im Streckofen gestreckt wird.

Fig. 172.

Fig. 173.

Die nicht bloß schwierige, sondern auch für den Cylinder selbst leicht gefährliche Operation des Schnittes wird hier aus dem Grunde für unumgänglich gehalten, weil das Aufsprengen in der bei der Cylinderglasfabrikation beschriebenen Weise wegen der Dicke des Glases nicht anwendbar ist.

Digitized by Google

b. Das Gießen der Spiegel. Der Spiegelguß verlangt noch mehr, als jede andere Verarbeitungsart des Glases ein vollkommen »lauteres« Glas. Denn die in den Guß kommenden Verunreinigungen zwingen den Fabrikanten, nicht bloß die große Spiegeltafel in mehrere kleinere zu zerschneiden, sie vermindern auch den Verkaufswerth jedes einzelnen abgeschnittenen Stückes fast in geometrischer Proportion. Deshalb begnügt man sich nicht damit, das Abschäumen und Läutern des Glases mit der größten Sorgfalt auszuführen, sondern man hat auch in der Regel neben den Schmelzhäfen noch besondere »Gießhäfen« im Ofen, in welche das Glas vor dem Gießen übergeschöpft wird, um sicher zu sein, daß nicht Etwas von den auf dem Boden abgelagerten Stoffen mit in den Guß komme. Nur da, wo man die Production kleiner Spiegel als Hauptgeschäft betrachtet und betrachten muß, gießt man direct aus den Schmelzhäfen. Beim Gießen großer Spiegel könnte dies nur dann statthaft sein, wenn man mit vorzüglich reinen Schmelzmaterialien arbeitet.

Die Gießhäfen haben entweder die Gestalt der Schmelzhäfen oder sie sind länglich viereckig oder rein quadratisch. Die beiden letzten Arten werden Wannen genannt und aus demselben feuerfesten Material, wie die ersteren und die Schmelzhäfen selbst, gewöhnlich in Holzformen angefertigt, Fig. 174.

Da die Gießhäfen beim Gießen in die Höhe gehoben werden müssen, so wird in die runden in $^2/_5$ ihrer Höhe rundum, in die rechteckigen auf zwei gegenüberliegenden Seiten, wie es die Fig. 175 zeigt, eine Vertiefung, »Zarge«, (ceinture)

Fig. 174.

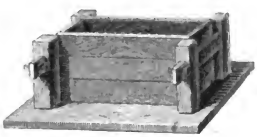


Fig. 175.

eingeschnitten, in welche die beim Heben in Anwendung kommende Zange eingelegt werden kann.

Die Größe der Gießhäfen wird bestimmt durch die Größe der Gießtafel oder besser gesagt durch die Größe der zu gießenden Spiegeltafeln. Jeder Gießhafen muß nämlich (den unvermeidlich im Hafen hängen bleibenden Antheil mit gerechnet) so viel Glas fassen, daß der Guß vollständig damit ausgeführt werden kann. Er darf aber von dieser Glasmenge nicht bis an den Rand gefüllt sein, damit nicht Glas verschüttet wird oder unregelmäßig beim Gießen ausfließt.

Die Größe der Schmelzhäfen muß sich selbstverständlich nach der Größe der Gießhäfen richten und letztere um Etwas übertreffen, da man nicht alles geschmolzene Glas vollständig ausschöpfen kann und darf. Die gewöhnlichste Größe derselben ist 28″ (73 Centimeter) lang und 16″ (42 Centimeter) breit und hoch. Die dazu gehörigen Schmelzhäfen müssen dann 32″ (84 Centimeter) obere Weite und eben diese oder 30″ (76 Centimeter) Höhe haben.

Bedient man sich zum Gießen der Gießhäfen, so wird in diese das vollkommen geläuterte Glas mit Hülfe von kupfernen oder eisernen Schöpflöffeln (poche,

Digitized by Google

ladle) übergeschöpft. Diese sind 8″ bis 9″ am oberen Rande weit (18 bis 21 Centimeter), 4″ bis 5″ (9 bis 11 Centimeter) tief, 1″ (2 Centimeter) stark in den Wandungen und mit einem 3′ bis 4′ (85 Centimeter bis 1,13 Meter) langen Stiele versehen.

Die zum Spiegelguß gebrauchten Schmelzöfen sind rechteckige und enthalten gewöhnlich vier Schmelzhäfen und eben so viele Gießhäfen, oder sechs Häfen, wenn die Schmelzhäfen zugleich als Gießhäfen dienen. Sind letztere nun Wannen, so müssen die Bänke des Ofens an der Stelle, wo sie zu stehen kommen sollen (entweder die vier Ecken oder die Mitte des Ofens) breiter sein, wie es Fig. 176 und 177 von oben und Fig. 32 im Aufrisse zeigt. Dies ist

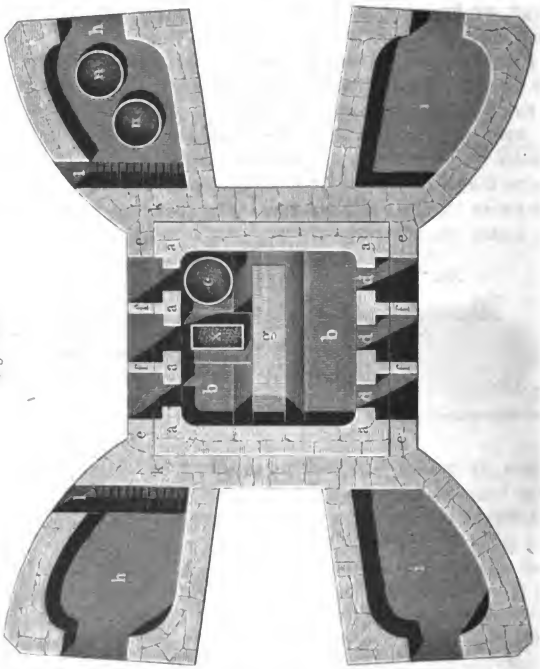


Fig. 176.

jedenfalls störend und daher die Anwendung runder Gießhäfen vorzuziehen. Ueber jedem Schmelzhafen muß eine Arbeitsöffnung angebracht sein, um das Glas abschäumen und überschöpfen zu können. Vor jedem Gießhafen aber muß eine Thonplatte in die Umfassungsmauer eingesetzt werden, welche weggenommen werden kann, um den Gießhafen herauszuziehen (Figur 38 läßt diese Einrichtung bei der mittleren Arbeitsöffnung erkennen). Dienen die Schmelzhäfen zugleich

Digitized by Google

als Gießhäfen, so sind die bezeichneten Einrichtungen bei jedem einzelnen Hafen anzubringen.

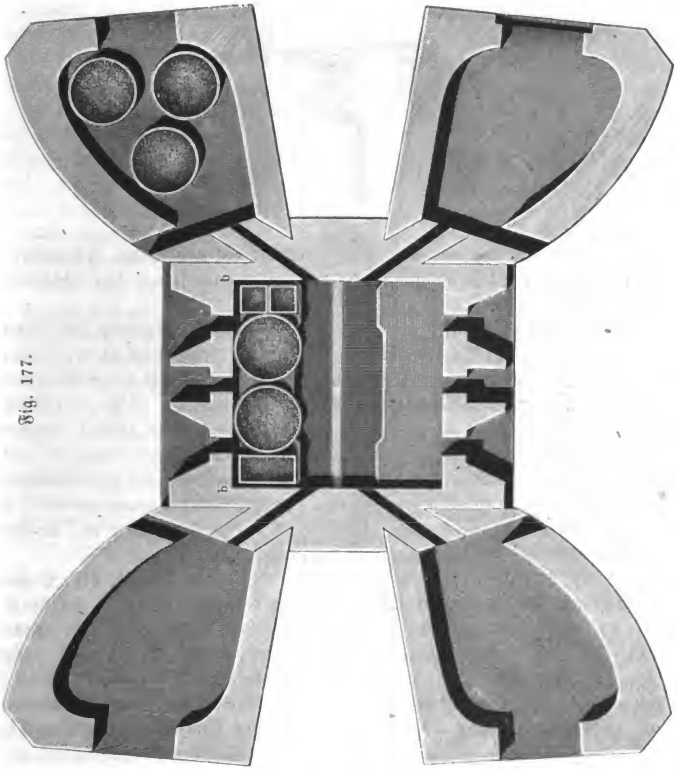


Fig. 177.

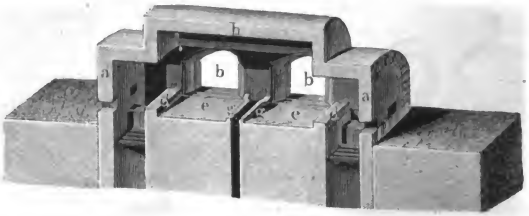
Damit die Häfen mit möglichster Bequemlichkeit und Schnelligkeit aus dem Ofen genommen werden können, wird der Schmelzofen so gebaut, daß die Höhe der Bänke im gleichen Niveau mit der Hüttensohle sich befindet. Im Uebrigen gilt für ihren Bau Alles, was früher vom Ofenbau angeführt worden ist.

Recht zweckmäßig erscheint der Spiegelglasofen von Blinkhorn, den wir deshalb in Fig. 178 dargestellt haben. Das Gewölbe *h* ist ziemlich spitz, um das Einfallen von Tropfen in die Häfen unmöglich zu machen. *dd* sind die Feuerbrücken für die zu beiden Seiten befindlichen Feuerungen. Die Bänke *ee* sind durch einen durchgehenden Canal mit erhabenen Rändern *gg* getrennt, welche verhindern sollen, daß ausfließendes Glas in den Canal gelangt. Dieser selbst

Digitized by Google

steht mit einer, mehreren Oefen gemeinschaftlichen, Esse in Verbindung, welche bewirkt, daß die Flamme, die zuerst von den Feuerungen aus theils um die Häfen

Fig. 178.

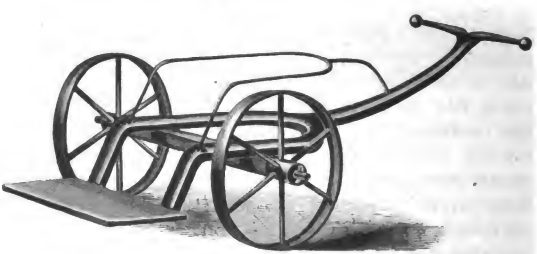


herum, theils nach dem Gewölbe strömt, auf der den Feuerungen gegenüberliegenden Seite der Häfen wieder herabgehen und sonach letztere sehr vollständig erhitzen muß.

Das Schmelzen wird mit Holz oder Steinkohlen ausgeführt und dauert gewöhnlich 20 bis 24 Stunden. Die Bedienung des Ofens während des Schmelzens, sowie die Schmelzarbeit selbst, weicht von der eines gewöhnlichen Glasofens nicht ab. Wenn aber besondere Gießhäfen vorhanden sind, so ist zu berücksichtigen, daß das Glas beim Ueberschöpfen nicht nur bedeutend abkühlt, sondern auch Luftblasen in dasselbe kommen, und daß es in Folge dessen nöthig ist, nach dem Ueberschöpfen nochmals heiß zu schüren und das Glas bis zur Entfernung der Luftblasen im Ofen zu lassen. Sobald das Glas wieder lauter geworden ist, kann der Guß beginnen, der mit größter Schnelligkeit auszuführen ist, weshalb alle Vorbereitungen dazu vorher schon getroffen sein müssen.

Zuerst wird der Lehm, womit die vor den Häfen befindlichen Platten der Aufbrechlöcher verschmiert sind, mit einem eisernen Haken, »Aufbrechhaken«, hinweggekratzt, die Platten selbst aber werden auf einer Gabel, »Abhebeeisen«, hinweggetragen. Mit einem großen »Brecheisen« wird dann die Wanne oder der Hafen vom Gefäße losgemacht, »aufgebrochen«, und mittelst eiserner »Ziehhaken« auf das Tragblech des vor das Gießhafenloch angefahrenen »Gießhafenwagens«, dessen Einrichtung aus Fig. 179

Fig. 179.



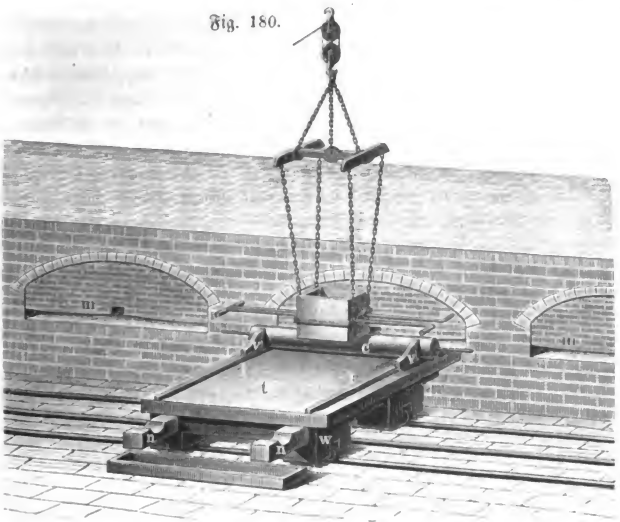
Digitized by Google

ohne weitere Beschreibung klar ist, gezogen. Auf dem Wagen wird die Wanne oder der Hafen an die »Gießtafel« gefahren.

Die Gießtafel muß eine vollkommene Ebene mit glatter Oberfläche sein. Gewöhnlich ist sie von Eisen oder Bronze gegossen, von 12′ bis 20′ Länge und 6′ bis 8′ Breite, bei einer Dicke von 5″ bis 6″ (11,8 bis 14,1 Centimeter).

Die Gießtafel *t*, Fig. 180, deren Gewicht, wie schon erwähnt, sehr bedeu-

Fig. 180.



tend ist, muß auf einer beweglichen Unterlage ruhen, auf welcher sie, ehe der Guß beginnt, vor das Mundloch des Kühlofens gefahren wird. Diese Unterlage ist ein »Wagen« *w*, welcher so eingerichtet sein muß, daß die Gießtafel allenthalben die nöthige Unterstützung hat, um sich nicht verbiegen zu können. Der Wagen selbst geht am besten, des leichtern Transportes wegen, auf einer Eisenbahn, welche längs den Kühlöfen so gelegt ist, daß die Gießtafel beim Anfahren genau in das Niveau der Schwelle des Mundloches *m* zu stehen kommt, welches bis auf eine niedrige Oeffnung schon im voraus vermauert ist.

Um der zu gießenden Glastafel einerseits die gewünschte Stärke zu geben, andererseits Glastafeln von verschiedener Größe gießen zu können, benutzt man 1″ (2,3 Centimeter) breite metallene Schienen, »Leisten« *ll*, welche von 4‴ bis 8‴ (7,2 bis 14,4 Millimeter) Dicke vorräthig sein müssen. Zwei solcher Schienen werden beim Gusse parallel den Längsseiten der Gießtafel aufgelegt. Ihre Entfernung von einander bestimmt die Breite, ihre Dicke die Dicke der Glastafel.

Das ausgegossene Glas würde auf der kalten Gießtafel zu schnell erstarren, sie wird deshalb vor dem Gusse durch aufgelegte glühende Kohlen erwärmt und hierauf sorgfältig wieder gereinigt. Dessenungeachtet bedarf das Glas wegen seiner

Digitized by Google

geringen Flüssigkeit der Ausbreitung und diese wird durch eine hohle metallene Walze *c* bewirkt, welche darüber hingewälzt wird. Eine solche Walze hat die Breite der Gießtafel zur Länge, 9″ bis 10″ (21,2 bis 23,6 Centimeter) äußern Durchmesser und 1″ bis 2″ (2,3 bis 4,7 Centimeter) Metallstärke. Durch ihre Mitte geht, lose, eine Axe, auf deren Enden Handhaben aufgesteckt werden.

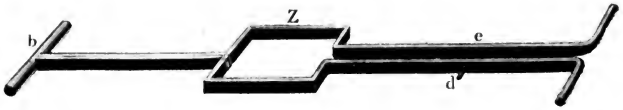
Vor und nach dem Gebrauche ruht die Walze auf dem »Walzenbocke« oder in halbrunden Einschnitten *n n*, welche sich in einer Verlängerung des Gerüstes des Walzenwagens befinden.

Wenn die Walze über das flüssige Glas hingerollt wird, so drängt sie einen Theil desselben leicht seitlich aus dem Wege, welcher über die Leisten hinweg ablaufen würde. Dies sucht man dadurch zu verhindern, daß die sogenannten »Vorhalteisen« *v* auf der äußern Seite jeder Leiste dicht an die Walze angedrückt und mit dieser vorwärts bewegt werden.

Soll der Guß rein ausfallen, so ist es erforderlich, daß die Oberfläche der Gießtafel vollkommen rein gehalten werde. Aus diesem Grunde kann man, was offenbar das Bequemste wäre, den Guß nicht vor dem Schmelzofen vornehmen. Es wird selbst, entfernt davon, nothwendig, die Gießtafel unmittelbar vor dem Ausfließen des Glases noch zu reinigen. Dazu dient ein mit reinen Lappen umwickeltes, mehrere Fuß langes, 3″ (7 Centimeter) breites und $1\frac{1}{2}$″ (3,5 Centimeter) dickes Brett, an einem 12′ (3 Meter 40 Centimeter) langen hölzernen Stiele befestigt, der »Tafelwischer«, welches vor dem nachfließenden Glase her über die Oberfläche der Gießtafel gezogen wird.

Zur sichern und bequemen Regierung der Wannen beim Gusse dient zunächst die »Gießhafenzange« *z*, die selbstverständlich für runde Häfen rund, für

Fig. 180 a.



eckige eckig ausgebogen sein muß. Die beiden Schenkel der Zange bestehen aus quadratischen Eisenstäben und sind von ungleicher Länge. Der längere trägt an einem Ende eine Handhabe *b*, am entgegengesetzten Ende ist er rechtwinkelig nach außen umgebogen. Bei *c* ist ein Stift eingegossen oder aufgenietet. Der kürzere Schenkel ist drehbar am längeren befestigt und an seinem äußern Ende wie dieser umgebogen, so daß die beiden Umbiegungen zusammen eine zweite Handhabe bilden. Bei *d* ist er, *c* gerade gegenüber, an der Seite mit einem Loche versehen, durch welches ein Stift hindurch gesteckt werden kann. Derselbe wird hier durch einen Vorstecker festgehalten, und dadurch die Zange geschlossen.

Mit Hülfe eines Krahnes und von Ketten, welche in die Schenkel der Zange eingehakt werden, wie es die Fig. 180 erkennen läßt, wird der Gießhafen vom Wagen, mit dem er vor die Gießtafel gefahren worden ist, aufgehoben und von außen mit Drahtbürsten gereinigt, sodann aber mittelst eines säbelartigen Instrumentes die oberste Glasschicht abgeschäumt. Ist dies Alles vollbracht, so

Digitized by Google

wird der Gießhafen 15″ bis 18″ (35,4 bis 43,4 Centimeter) über die Tafel in die Höhe gewunden und seitlich gedreht, so daß er unmittelbar über der Mitte der Tafel zunächst dem Kühlofen, an welchem die Walze aufgelegt ist, sich befindet. Die Vorhalteeisen werden an die Walze angelegt, mit Hülfe der Handhaben wird die Wanne geneigt, und das Glas fängt an auszufließen. Sobald es sich über die Breite der Tafel ausgebreitet hat, wird die Walze nachgeschoben, und während der Wischer vorangeht, der Guß auf diese Weise bis ans andere Ende der Tafel fortgesetzt. Dort fließt der Ueberschuß des Glases in einen untergestellten Kasten. Der Gießhafen wird seitlich wieder abgezogen, auf das Tragblech niedergelassen und nach dem Ofen zurückgebracht, dort alles zurückgebliebene Glas sorgfältig aus Gieß- und Schmelzhäfen ausgekratzt und von Neuem mit dem »Eintragen« des Gemenges begonnen.

Beim Abfließen des Glases über den vordern Rand der Tafel zieht es sich in die Länge, wird an dieser Stelle dünner und erstarrt. Wollte man es abbrechen, so würden leicht Falten in dem noch weichen Glase auf der Tafel entstehen. Um dies zu vermeiden, wird es rasch von unten nach oben gebogen und auf das Glas der Tafel niedergedrückt, wodurch ein 3″ bis 4″ (7 bis 9,4 Centimeter) breiter Wulst entsteht, welcher beim Abschieben der Platte als Angriffspunkt gute Dienste leistet. Ist das Niederdrücken des Glases nicht ausführbar, so kann der aufgebogene Rand auch aufrecht stehen bleiben.

Das »Schiebeeisen«, welches so breit als die Gießtafel und rechtwinkelig eingebogen ist, so daß sein horizontaler Theil unter die Glastafel geschoben werden kann, während sein verticaler Theil an den Wulst sich anlegt, wird angesetzt und damit der Wulst nicht nachgeben kann, wird ein langes Holz, das »Vorhalteholz«, vor denselben angedrückt. Auf diese Weise wird die Glastafel vorwärts und in den Kühlofen geschoben, dessen Sohle mit Sand vorher bestreut worden ist, damit die Tafel leichter gleitet. Zwei Arbeiter, welche am Mundloche des Ofens stehen, sorgen dafür, daß die Tafel nirgends anstößt.

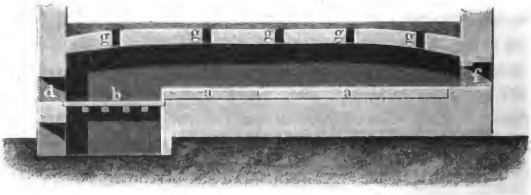
Jeder Kühlofen (carquaise, annealing kiln) nimmt in der Regel nur eine Spiegeltafel von den größten Dimensionen auf und ist ein länglich viereckiger, niedrig gewölbter Flammenofen, Fig. 181. Man bedarf daher der Kühlöfen mindestens so viele, als man Güsse nach jeder Schmelzung ausführt [1]). Die Kühlöfen müssen 8 bis 12 Stunden vor Beginn des Gießens angeheizt werden und wenn die gegossene Tafel hineinkommt, nahezu die Temperatur der Strecköfen haben, weil die Spiegeltafel auf ihrer Sohle sich noch eben richten soll. Die Construction der Sohle ist daher der schwierigste Theil beim Bau eines solchen Kühlofens, denn ist dieselbe nicht ganz eben, so nimmt die Spiegeltafel die Gestalt und überhaupt alle Unregelmäßigkeiten derselben an. Die Sohle muß daher nicht bloß ursprünglich eine vollkommene Ebene sein, sondern, bei den Tempera-

[1]) Wenn man die Tafeln längere Zeit, z. B. bis zu 8 Tagen, im Kühlofen lassen zu müssen glaubt, so bedarf man eine größere Anzahl von Kühlöfen. Es ist uns z. B. eine Spiegelglashütte bekannt, in welcher alle 36 bis 42 Stunden sechs Tafeln gegossen werden und 24 Kühlöfen vorhanden sind.

Digitized by Google

turveränderungen, denen sie ausgesetzt ist, es auch bleiben. Diese schwierige Aufgabe hat schon Allut dadurch zu lösen gesucht, daß er zuerst von Mauerwerk

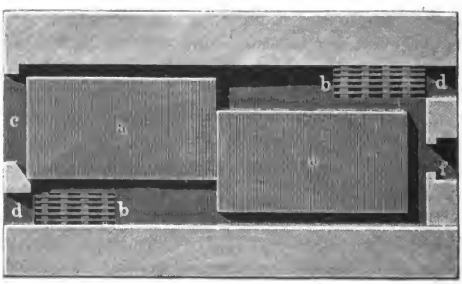
Fig. 181.



eine Art Rahmen oder Form für die eigentliche Sohle herstellte und auf dem Boden derselben eine Lage feinen Sand gleichmäßig ausbreitete. In dieses Bett von Sand stellte er alsdann Backsteine, deren Flächen genau an einander abgeschliffen worden waren, auf die hohe Kante nebeneinander, füllte die etwa noch vorhandenen Zwischenräume mit feinem Sande aus und ließ die oberen Flächen der Backsteine eben schleifen. Später wendete man gebrannte Thonsteine von der Größe jeder Spiegeltafel an *a a*, Fig. 181 und 182; in neuerer Zeit ist man jedoch an vielen Orten auf Allut's Methode wieder zurückgekommen. Wenn es indessen möglich ist, nach Lippert's Angabe ein unveränderliches Lager zum Strecken des Tafelglases herzustellen, so muß eine solche Masse auch für die Sohle der Kühlöfen tauglich sein.

Das Mundloch *c* des Kühlofens Fig. 182 muß selbstverständlich die ganze Breite der größten Spiegeltafel haben. Neben dem Mundloche befindet sich

Fig. 182.



die Einfeuerung *d*, deren Rost *b* etwas tiefer als die Ofensohle liegt. Das Gewölbe ist bei *gg*, Fig. 181, durchbrochen, um der Flamme den Austritt zu gestatten. — Wenn der Ofen so groß gemacht wird, daß er zwei Tafeln aufnehmen muß, so versieht man ihn mit zwei Feuerungen, wie Fig. 182 zeigt; bei *f* ist dann eine Arbeitsöffnung, durch welche die hintere Tafel in die richtige Lage gerückt wird.

Digitized by Google

Da das Schieben der Platten auf der Sohle des Kühlofens schwierig ist, auch, wie schon erwähnt, leicht Nachtheile entstehen, wenn die weiche Platte auf einer nicht ganz ebenen Sohle liegt, so hat Blinkhorn einen Kühlofen eigenthümlicher Art construirt, Fig. 183—184 und 185, in welchem die Tafeln, wäh-

Fig. 183.

Fig. 185.

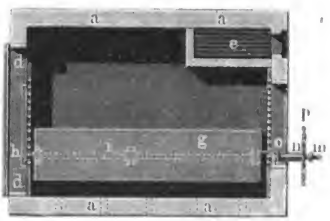
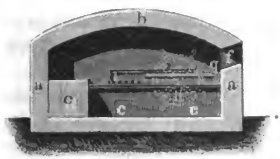


Fig. 184.



rend sie der stärksten Hitze ausgesetzt sind, auf einer eisernen Platte *g* ruhen, welche durch einen aus den Zeichnungen leicht verständlichen Mechanismus vom heißesten Theile des Ofens nach dem kühleren hin bewegt werden kann. Zugleich ist eine Vorrichtung vorhanden, durch welche es möglich ist, der eisernen Platte jede beliebige Neigung zu geben. Auf die Axe *i* ist nämlich ein Rohr *n* aufgeschoben, welches am einen Ende den mit Handhaben versehenen Kranz *p* trägt. Eine gebogene Stange *o* ist einerseits am Umfange dieses Rohres, andrerseits an der Platte befestigt. Dreht man daher das Rohr mittelst der Handhabe *p*, so muß die Platte dieser Drehung folgen. Der Zweck dieser Einrichtung ist der, die Spiegelplatte an der kühleren Seite des Ofens langsam auf die tieferliegende Heerdsohle *cc* herablassen und auf derselben aufstellen zu können.

In dem Ofen angekommen, bleibt die Tafel einige Augenblicke ruhig liegen, um die Temperatur desselben anzunehmen und dann erst wird sie mit Hülfe eines Instrumentes, das »Ypsilon« genannt, vollständig zurecht gelegt. Ist endlich das Glas etwas erweicht, so wird es mit dem Streckeisen noch überbügelt und hierauf das Mundloch, sowie die Arbeitsöffnungen des Kühlofens zugemauert, damit die Tafel mit dem Ofen selbst abkühle.

Das Ausziehen der Tafeln aus dem Kühlofen erfolgt nach beendigter Abkühlung, indem jede Tafel zuerst mit einer Krücke hinter dem Wulste gefaßt und dieser vor das Mundloch des Ofens gezogen wird, wo man ihn sofort mit dem Diamanten abschneidet. Geschähe dies nicht, und zöge man die ganze Tafel sogleich aus dem Ofen, so könnte sie leicht zerspringen, weil der Wulst viel dicker im Glase und daher die Abkühlung an dieser Stelle ungleich ist.

Nachdem der Wulst entfernt ist, wird die Tafel mit den Händen aus dem Ofen gezogen, indem an jeder Seite des Mundloches so viel Arbeiter stehen als

Digitized by Google

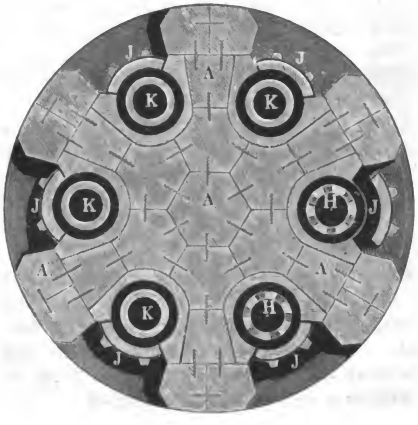
erforderlich, um die Tafel sicher regieren zu können. Auf der Hüttensohle sind indessen zwei Hölzer, »Lagerhölzer«, in angemessener Entfernung aufgelegt worden, auf welche nun die Tafel mit ihrer einen langen Seite senkrecht aufgestellt wird. Nun werden so viele Tragbänder als erforderlich, um die Tafel bequem tragen zu können, unter dem Rande der Tafel durchgeschoben und zu beiden Seiten von den Arbeitern erfaßt, um damit die Tafel in die Schneidestube zu tragen.

Hier wird sie auf den Schneidetisch gelegt und der Kopf, d. h. das Ende, an welchem die Walze zu wirken anfängt, welcher stets stark abgerundete Ecken hat, rechtwinkelig, die immer dünnern Ränder der Längsseiten aber ebenfalls abgeschnitten, so daß die Tafel eine genau rechteckige Gestalt erhält.

Jetzt erst wird sie genau untersucht, ob sie Fehler, nämlich Blasen, Schlieren u. dgl., hat. Die betreffenden Stellen werden mit Kreide bezeichnet und zu beurtheilen gesucht, ob sie tief im Glase sich befinden, oder ob erwartet werden darf, daß sie durch das spätere Schleifen verschwinden. Ist Letzteres nicht zu erwarten, so bleibt Nichts übrig, als sie in kleinere Tafeln zu zerschneiden. Manche Fehler werden übrigens erst nach dem Schleifen sichtbar.

Wir haben schon vorhin angedeutet, daß das Gießen mit möglichster Schnelligkeit ausgeführt werden müsse; man rechnet in der That auch auf den Guß jeder Spiegeltafel nur 5 Minuten. Ganz abgesehen von den ökonomischen Rücksichten, welche dies erheischen, ist dies besonders darum nothwendig, weil beim Herausnehmen der Häfen der Ofen so bedeutend abkühlt, daß das Glas in den letzten Häfen leicht die nöthige Flüssigkeit verlieren könnte. Wir wollen deshalb nicht unterlassen, auf eine Ofenconstruction von Bessemer hier aufmerksam zu machen, die, wenn auch vielleicht nicht in ihren Einzelnheiten, doch im Principe empfehlenswerth erscheint. Bessemer's Ofen ist nämlich, wie der Grundriß Fig. 186 zeigt, so construirt, daß jeder Hafen *K* abgeschlossen von den übrigen steht und seine besondere Feuerung *D*, Fig. 187, hat, folglich während des Gießens eine Abkühlung der noch im Ofen befindlichen Häfen nicht stattfinden kann.

Fig. 186.

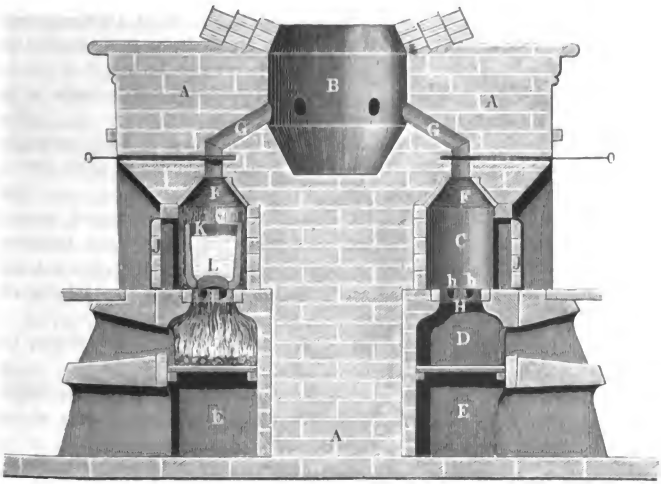


A A ist das Mauerwerk des Ofens, *D* der Feuerraum, *E* der Aschenfall, *C* der Heizraum, überdeckt mit der conischen Decke *F*, durch deren Gestalt das Einfallen von

Digitized by Google

Tropfen in die Häfen vermieden werden soll. Durch die Canäle *G* stehen die einzelnen Heizräume mit dem gemeinschaftlichen Rauchcanal *B* in Verbindung.

Fig. 187.



Die Häfen *K* stehen auf einem Gefäße *H*, Fig. 188, welches so eingerichtet ist, daß die Flamme unter dem Boden des Hafens durchgehen kann. Der Boden soll von Platin sein, was wohl wenig Eingang bei den Herren Spiegelfabrikanten

Fig. 188. Fig. 188 a. Fig. 189.

finden dürfte. *P*, Fig. 189, ist ein gegitterter Ring, welcher auf den Rand des Hafens aufgelegt werden soll wie Fig. 188 a., um durch Einschieben einer Metallplatte über dem Rande des Hafens das Abschäumen des Glases ausführen zu können, ohne daß Luft in die Glasmasse kommt.

Bezahlung der Arbeiter in den Spiegelfabriken. Bei dem Spiegelguß ist, wie leicht begreiflich, eine Bezahlung nach dem Stücke, wenn auch

Digitized by Google

nicht geradezu unmöglich, doch schwierig. Dasselbe gilt auch für das Blasen, weil es hierbei ganz besonders darauf ankommt, daß der Arbeiter untadelhafte Waare liefert, er aber bei Bezahlung nach dem Stücke zu leicht versucht wird, die Schnelligkeit der Arbeit als Hauptsache zu betrachten. In Oesterreich erhält ein Bläser monatlich für große Spiegel 80 bis 100 Gulden (53 Thaler 10 Neugroschen bis 66 Thaler 20 Neugroschen, 200 bis 250 Francs); für kleine nur ungefähr die Hälfte. — Um übrigens auch im Tagelohn gute Arbeit und in der Zeit entsprechender Menge geliefert zu erhalten, kann man für die fehlerhafte, sowie in zu geringer Stückzahl gelieferte Arbeit einen Lohnabzug einführen.

Was die Arbeit des Schleifens und Polirens betrifft, so ist diese im Gegentheil ganz besonders zur Bezahlung nach dem Stücke geeignet und wird deshalb auch wohl allenthalben so bezahlt.

Verkaufsart. Der Verkauf der Spiegeltafeln ist ein wesentlich anderer als der des gewöhnlichen Tafelglases, und zwar aus verschiedenen Gründen.

1. Ist es viel leichter, eine kleine Spiegeltafel fehlerfrei herzustellen als eine große, und die Schwierigkeit wächst gewissermaßen in größerem Verhältnisse als die Größe der Tafeln selbst;

2. es steigen auch die Arbeitspreise aller Kategorien mit der Größe der Tafeln und

3. der Verkaufspreis kleiner Tafeln ist so gering, daß so gut wie Nichts, der mittelgroßen so, daß nicht viel daran verdient wird, und große Tafeln werden nur selten gekauft.

Aus dem Allen folgt, daß der Preis großer Tafeln nicht mit ihrer Größe, sondern in einem weit größeren Verhältnisse steigen muß. Deshalb kostet denn auch der Quadratzoll größter Spiegel durchschnittlich in England 58 Centimes, in Frankreich 57 Centimes, also 4 Neugroschen und 5 bis 6 Pfennig, oder $15\frac{1}{2}$ bis 16 Kreuzer, während er von den kleinsten Spiegeln nur etwa 2 Pfennig kostet. In welchem Verhältnisse aber das Steigen des Preises stattzufinden habe, darüber fehlen bis jetzt noch bestimmte, von allen Spiegelfabriken angenommene Grundsätze. Beispielsweise wollen wir anführen, daß in England der Quadratfuß ordinäres rohes Spiegelglas von $\frac{1}{8}$″ Stärke mit 6 Pence bis 1 Shilling 3 Pence (5 bis $12\frac{1}{2}$ Neugroschen, $17\frac{1}{2}$ bis 43 Kreuzer, 62 Centimes bis $1\frac{1}{2}$ Francs) verkauft wird. Unbelegte Spiegel dagegen von 24″ : 26″ kosten 2 Pfund Sterling 1 Shilling 3 Pence (13 Thaler $22\frac{1}{2}$ Neugroschen, 24 Gulden 3 Kreuzer, $51\frac{1}{2}$ Francs), während solche von 84″ : 140″ 150 Pfd. Sterling 11 Shilling 8 Pence (1003 Thaler 18 Neugroschen, 1756 Gulden, 3765 Francs) kosten. Von ersteren kostet demnach der Quadratfuß 3 Thlr. 6 Neugr. (12 Frcs.), von letzteren 12 Thlr. (45 Frcs.). Französische Spiegel von 27 : 21 Centimeter werden zu 2 Frcs. 50 Cent., solche von 81 : 156 Centimeter zu 185 Frcs. verkauft. Auf den Quadratfuß berechnet, kostet dieser von ersteren nahezu 4 Frcs. 39 Cent. = 1 Thlr. $5\frac{1}{2}$ Neugr., von letzteren 14 Frcs. 38 Cent. = 3 Thlr. 26 Neugr. In Oesterreich kostet von den kleinen, »Judenmaß« oder Nürnberger Spiegel genannt, deren Oberfläche bis zu 80 Quadratzoll beträgt, der Quadratfuß durchschnittlich 6 Neugroschen (75 Centimes), von großen dagegen (120 addirte Zolle) bis zu 6 Thaler 20 Neugroschen (25 Francs).

Digitized by Google

C. Massives Glas.

Hierher gehören 1. die »Glaspasten« welche vorzugsweise in Venedig 44
und Murano verfertigt werden und gewöhnlich in Broden in den Handel kommen. Sie bestehen zum Theil aus Email, zum Theil aus farbigem Glase und werden zur weiteren Verarbeitung zu Kunstgläsern von solchen Hütten gekauft, welche mit der Anfertigung von Email oder farbigem Glase nicht vertraut sind. Bemerkenswerth ist, daß diese Gläser in Venedig in großen Häfen, à 6 Centner, die einzeln in einem kleinen Ofen stehen, geschmolzen werden.

Man verfertigt aus dem geschmolzenen Glase dünne runde Kuchen auf die Weise, daß man die erforderliche Glasmenge mittelst eines Hefteisens (oder einer Pfeife) aus dem Hafen nimmt und unter beständigem Drehen des Eisens auf eine eiserne Platte aufdrückt. An der Stelle, wo das Glas vom Eisen abgetrennt worden ist, wird gewöhnlich ein Fabrikstempel aufgedrückt.

2. Die prismatischen oder facettirten Glasstücke, welche als Lüstersteine und Kronleuchtergläser benutzt werden, sowie ähnliche Gegenstände. Man stellt diese in England dadurch her, daß man das geschmolzene Glas in dicke Platten ausgießt, welche dann in Stücke von der annähernden Größe des zu fertigenden Gegenstandes zerschlagen werden. In Böhmen werden auf der Marbelplatte zuerst dicke Cylinder geformt, denen man schließlich durch das Plätteisen eine drei- oder mehrseitige Gestalt giebt, sie dann bis zur erforderlichen Dicke auszieht und in einzelne Stücke von passender Größe zerschlägt. Diese Stücke werden in dem einen oder andern Falle bis zur Erweichung erhitzt und dann in zweitheiligen Formen (twin bross dies), wie Fig. 190 (oder dieser ähnlich), gepreßt.

Ihre Vollendung erhalten die so geformten Stücke durch Schleifen und Poliren.

3. Massive Glaskugeln als Spielzeug für Kinder, Märmel, Klicker, welche vorzugsweise auf dem Thüringer Walde verfertigt werden. Die Elemente dazu sind nichts Anderes als Glasstäbe vom Durchmesser der darzustellenden Kugeln, welche entweder aus weißem, einfarbigem oder verschiedenfarbigem Glase bestehen, d. h. »einfache« oder »zusammengesetzte« sind. Da ein besonderer Abschnitt von der Herstellung solcher Stäbe handelt, so verweisen wir hier auf das, was in dem Abschnitte darüber gesagt ist, und machen darauf besonders aufmerksam, daß die Kugeln ein marmorirtes Ansehen in dem Falle erlangen, wenn die farbigen Stäbe im Innern der Krystallglasmasse so stark erweichen, daß sie mit letzterer unvollständig zusammenfließen.

Fig. 190.

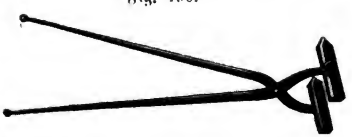


Fig. 191.

Digitized by Google

Die Formung von Kugeln aus diesen Stäben ist eine ebenso einfache als sinnreich ausgedachte Arbeit und geschieht mit Hülfe der »Märmelzange«, Fig. 191 (a. v. S.). Diese Zange ist eine »Zwinkerscheere«, deren einer Schenkel in ein viereckiges Stück Eisen *f* endigt, welches in der Mitte eine halbkugelige Vertiefung vom Durchmesser der zu formenden Kugeln hat, also eine eintheilige Form darstellt. Zuerst wird nur eine geringe Menge Krystallglas mit dem Hefteisen aufgenommen aus keinem andern Grunde, als um daran ein etwa 12″ langes Stabstück anzuheften und nun dessen freies Ende durch Einhalten in die Arbeitsöffnung zu erweichen. Sobald dies geschehen, setzt sich der Arbeiter auf den Glasmacherstuhl, legt das Hefteisen über dessen Lehnen; während er mit der linken Hand dieses hin- und herdreht, legt er mit der rechten Hand den Theil *f* der Märmelzange parallel zur Achse des Cylinders so an das Ende desselben an, daß letzteres nicht über den äußern Rand der halbkugeligen Vertiefung vorsteht. Indem er nun gleichzeitig die Zange zusammendrückt, schneidet er mit der Schneide des zweiten Schenkels der Zange den Cylinder über dem innern Rande der genannten Vertiefung ab. Nur an der Stelle, wo das Abschneiden erfolgt ist, braucht die Kugel später abgeschliffen zu werden. Ein Arbeiter kann täglich 1000 Märmel fertig machen.

4. Glasaugen zum Einsetzen in die Augenhöhlen (eine andere Art, wie sie an den Kinderpuppen vorkommt, gehört in die Kategorie der hohlen Perlen) werden nach den Mittheilungen, welche wir Herrn Greiner in Lausch a verdanken, auf verschiedene Weise verfertigt. Thieraugen bestehen gewöhnlich aus einem massiven, durch Pressen erhaltenen halbrunden Stück Krystallglas, welches auf der flachen Seite eben geschliffen wird. Auf diese wird in der Mitte die Pupille aus schwarzem Email und um letztere herum die Iris aus buntem Glase aufgeschmolzen. Menschenaugen werden auf ähnliche Weise gemacht, man verwendet aber größere Mühe darauf und malt insbesondere mit gepulvertem farbigen Email die Iris sehr sorgfältig, versieht dieselben auch mit einem Augapfelwelcher, wie die übrige Arbeit, vor der Lampe ausgeführt wird.

D. Optisches Glas

45 ist seiner Masse nach von zweierlei Art, nämlich bleifreies oder Kronglas und bleihaltiges oder Flintglas.

Die Anwendung des bleihaltigen Glases zu optischen Zwecken gründet sich bekanntlich auf dessen Vermögen, das Licht stärker zu brechen als das bleifreie. Möglichst große Dichtheit der Masse ist indessen für beide Gläser ein Haupterforderniß. Das gewöhnliche Flintglas besitzt ein specif. Gewicht von 3,2, das von Bontems dargestellte soll dichter, nämlich von 3,6 specif. Gewicht sein; ebenso dicht ist übrigens auch das Flintglas von Daguet in Solothurn. Durch größeren Bleizusatz läßt sich eine größere Dichtheit leicht erreichen, das Glas nimmt aber in diesem Falle eine Färbung an, die seiner Durchsichtigkeit schadet. Bontems behauptet, das obige dichtere und bleireichere Glas auch farblos herstellen zu können (auch Daguet's Flintglas hat einen kaum merklichen Stich ins Gelbliche). Dem Kronglas giebt er die größtmöglichste Dichtheit dadurch,

Digitized by Google

daß er, wie schon früher mitgetheilt wurde, Natron anstatt Kali als Basis benutzt. Das Kronglas von Daguet besitzt ein specif. Gewicht von 2,466, über das von Bontems ist uns nichts mit Sicherheit bekannt geworden.

Bei dem optischen Glase wird die Form durch Schleifen erzeugt, sie kommt also bei der Darstellung der Glasmasse gar nicht in Betracht. Die Darstellung selbst bietet dagegen um so mehr Schwierigkeiten dar, weil die zu lösende Aufgabe darin besteht, ein vollkommen homogenes Glas zu erzeugen, was viel schwerer ist, als man auf den ersten Blick glauben sollte. Die geschmolzene Glasmasse verhält sich nämlich sehr ähnlich den meisten Legirungen, welche, flüssig, im Zustande der Ruhe, sich in Legirungen von verschiedener Zusammensetzung trennen. So erfolgt auch in der Glasmasse, wenn sie im ruhigen Flusse sich befindet, eine verschiedenartige Gruppirung der Bestandtheile und die entstandenen Verbindungen, weil verschieden dicht, sondern sich nach dem specifischen Gewichte. Daher entstehen in dem Glashafen in verschiedenen Höhen Ungleichheiten in der Masse. Umrühren derselben führt nur dann zu einer gleichförmigen Mengung, wenn nach dem Umrühren auch möglichst schnell die Erstarrung herbeigeführt wird.

Dieser Verhältnisse halber ist es sehr schwierig, besonders bleihaltiges optisches Glas ohne Streifen und so homogen herzustellen, daß polarisirtes Licht keine Ungleichheiten darin wahrnehmen läßt. Der Erste, dem dies gelang, war der 1823 verstorbene Uhrmacher Guinand aus Brenet bei Neufchatel. Dieser wurde deshalb nach Baiern berufen, wo er mit Frauenhofer zusammen arbeitete. Auch die Astronomical society of London ließ Versuche in dieser Beziehung unter Leitung von Faraday anstellen, und später gelang es Bontems, welcher das Geheimniß vom Sohne Guinand's gekauft und selbstständig weiter gearbeitet hatte, streifenfreies Glas zu erzeugen. Er bediente sich dazu eines Ofens

Fig. 192.

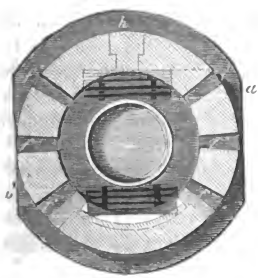
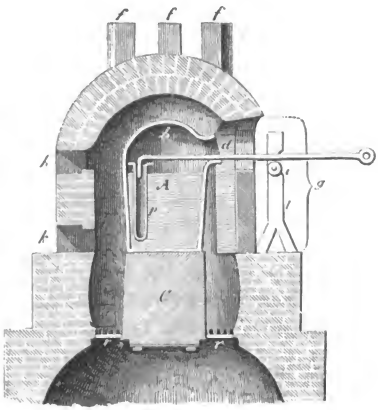


Fig. 193.



Digitized by Google

mit nur einem bedeckten Hafen *A*, wie er in Fig. 192 und 193 im Grund- und Aufriß dargestellt ist; *f f'* sind Füchse, welche mit eben so vielen niedrigen Essen *ff* in Verbindung stehen, *C* das Gefäße, *rr* seitliche Feuerungen. Das Wesentliche seines Verfahrens besteht in dem Umrühren des Glases, welches durch den Thoncylinder *p*, in den ein eiserner Haken *d* eingesteckt ist, vermittelt wird. Eine solche Einrichtung ist aus dem Grunde nothwendig, weil das Eisen, wenn es mit dem Glase in Berührung käme, dieses färben würde. Das Rühren findet zum ersten Male statt, nachdem der Satz zusammengeschmolzen ist und wird dann von Stunde zu Stunde wiederholt.

Nachdem das Glas sorgfältig geläutert und unter Umrühren bis nahe zur Rothgluth abgekühlt ist, wird mit dem Schüren aufgehört, der Ofen gänzlich geschlossen und das Glas bis zum Erkalten des Ofens (etwa 8 Tage) stehen gelassen. (Sollte es nicht möglich sein, es in flache Formen auszuschöpfen und erkalten zu lassen?) Der Hafen wird dann zerschlagen und die gewöhnlich in der Hauptsache ganz zusammenhängende Glasmasse auf zwei entgegengesetzten Seiten angeschliffen, um sorgfältig untersucht zu werden. Die Stellen, welche fehlerhaft sind, werden ausgeschnitten. Weil aber Fehler (Streifen und Blasen) auch trotz des Rührens noch vorkommen, ist es bis jetzt noch immer nicht möglich, Scheiben von beliebiger Größe zu erhalten. Die größten sind unseres Wissens von Bontems geliefert worden, nämlich Flintglasscheiben von 29″ engl. im Durchmesser.

Pellat läßt, und zwar wie uns scheint zweckmäßigerweise, das Glas nicht mit dem Ofen erkalten, sondern, nachdem es homogen gerührt ist, Cylinder daraus blasen, welche $^3/_8$″ bis $^1/_4$″ dick im Glase, 20″ hoch sind, einen Durchmesser von 14″ haben und schließlich zur Platte gestreckt werden.

E. Glasstäbe, Glasfäden und Glasröhren.

46 Die Herstellung von Stäben, welche, wenn sie sehr dünn sind, Fäden genannt werden und, an zwei Seiten abgeplattet, Bänder darstellen, — sowie die von Röhren ist im Wesentlichen ganz übereinstimmend und stellt eine vierte Art des Formens dar, welche, jedenfalls die einfachste von allen, schon den ältesten Glasmachern bekannt gewesen ist. Sie ist gleichzeitig die Grundlage für die Fabrikation der überaus lieblichen Band-, Faden-, Spitzen- und reticulirten Gläser, welche die Franzosen passend allgemein »Filigrangläser« (verres filigranés) nennen, so wie des Millefiori- oder Mosaikglases. Aus diesem Grunde wird ihre Darstellung hier etwas ausführlicher besprochen werden.

Die Stäbe, welche zu den verschiedenen Verwendungen dargestellt werden, sind einerseits entweder einfache und zwar cylindrische aus weißem oder farbigem Glase, oder façonnirte; andererseits zusammengesetzte oder überfangene, welche dann auf dem Querschnitte verschiedenfarbige Ringe oder Muster aller Art, Sterne, Blumen, Thiergestalten u. dgl. darstellen.

Um einen einfachen Stab oder Faden zu formen, wird aus einer beliebigen Glasmasse ein dicker Cylinder gemärbelt. Am Ende des Cylinders bildet der Arbeiter durch Zusammendrücken des Glases mittelst der Zange, Fig. 194 oder 195, welche überhaupt zur Hervorbringung von Einschnürungen oder

Digitized by Google

Verengerungen benutzt wird und »Zwinkerscheere« heißt, einen Knopf, welcher mit Wasser abgeschreckt wird. An diesen Knopf heftet ein Junge ein Fadeneisen an und läuft dann schnell durch die Hütte, während der Arbeiter ruhig auf seinem Platze bleibt. Dabei hält er sein Eisen dicht über der Hüttensohle und zieht die Glasmasse zu einem Stabe oder Faden aus, welcher, um nicht zu rasch abzukühlen, auf Querhölzer, wie Fig. 196, oder einfache Stücke Holz, niedergelegt wird.

Fig. 194. Fig. 195.

Fig. 196.

Bei den zusammengesetzten Stäben kann man Petinet- und Millefiori-stäbe unterscheiden.

Die Petinet- oder Spitzenglasstäbe bestehen aus einer farblosen oder blaßgefärbten Glasmasse, welche in ihrem Innern schraubenförmig gewunden und rosenkranzartig gestaltete Glasfäden von Email oder farbigem Glase enthält, wie Fig. 197.

Fig. 197.

Um einen solchen Stab darzustellen, wird zuerst ein reines oder schwach gefärbtes Krystallglas aufgenommen und daraus auf dem Marbel eine länglich viereckige Platte geformt. Während dessen werden diejenigen einfachen Stäbe, welche ins Innere der Glasmasse eingeschlossen werden sollen, auf einer Thonplatte oder geriefsten eisernen Platte, parallel neben einander gelegt und vor der Arbeitsöffnung angewärmt. Wird dann die noch weiche Glasmasse darauf gedrückt, so haften die Stäbe an ihr fest. Ist dies erfolgt, so werden die letzteren nach oben gekehrt und eine neue Portion Glas, eben so groß als die erste, aus dem Hafen genommen, darüber fließen gelassen und das Ganze zuerst prismatisch gestaltet und endlich zu einem Cylinder gemarbelt. Sollen Fäden an der Peripherie des Stabes herumlaufen, so wird der fertige Cylinder noch über die wie oben vorbereiteten Stäbe hingewälzt, nochmals mit Krystallglasmasse überfangen und schließlich nochmals zum Cylinder ausgemarbelt, welcher dann ausgezogen wird [1]). Während aber beim Ausziehen eines einfachen Stabes der Arbeiter seine Pfeife oder sein Hefteisen ganz ruhig hält, dreht er sie in diesem Falle ganz gleichmäßig um ihre Axe. Die Glasmasse ist noch so weich, daß die hierdurch entstehenden Windungen ziemlich vollständig wieder zusammenfließen, daher

[1]) Wenn man außer den hier erwähnten Stäben, oder an deren Stelle, die Krystallglasmasse mit gröblich zerstoßenem farbigem Glase, Glimmerblättchen u. dgl., zusammenarbeitet, so erhält man bunte Stäbe, welche bisweilen ein recht angenehmes Aussehen haben und besonders in der Märmelfabrikation benutzt werden.

Digitized by Google

schließlich nur wenige an der Oberfläche beim Anfühlen bemerkt werden können. Die in ihr eingeschlossenen Stäbe dagegen sind nur weich genug, um zu Fäden ausgezogen zu werden, aber nicht so weich, daß sie ihre Form verlieren. Die im Innern der Glasmasse um die Drehungsaxe liegenden Fäden werden daher nur nach den Drehpunkten hin der Drehungsaxe zu gebogen und legen sich dort über einander; die nach außen liegenden folgen der Drehung und nehmen schraubenförmige Windungen an, Fig. 198 *ab*. Man erkennt leicht, daß der Erfolg vollständig gestört sein würde, wenn die Stäbe mit der Glasmasse zusammenfließen könnten. Um denselben zu sichern, müssen daher die Stäbe aus einer schwerer schmelzbaren Masse bestehen, als ihre Umhüllung [1]). Ebenso kann man sich leicht vorstellen, daß durch Anwendung einer verschiedenen Zahl von Stäben, durch Anwendung von Bändern oder platten Stäben an Stelle der cylindrischen, endlich durch Anwendung verschiedener Farben ein mannigfaltiges Aussehen der Petinetstäbe erzielt werden kann. Am geschmackvollsten sind uns aber immer weiße Emailfäden in blaßrosenroth gefärbter Glasmasse erschienen.

Fig. 198.

a

Die Millefioristäbe bestehen selten nur aus verschieden gefärbten Schichten von rein kreisförmigem Querschnitte. In den allermeisten Fällen zeigen sie auf letzterem Sterne, Rosetten und Figuren verschiedener Art, Fig. 199, d. h. sie sind in der Regel façonnirte Stäbe in einen einfachen Stab eingeschlossen.

Wenn man einer Glasmasse eine beliebige Gestalt ertheilt und sie dann auszieht, so behält sie ihre Gestalt im Wesentlichen unverändert bei. Dieser Thatsache liegt die Herstellung façonnirter Stäbe zu Grunde, die dadurch gebildet werden, daß man eine metallene Form von entsprechendem Querschnitte mit Glasmasse ausfüllt, diese façonnirte Glasmasse mit Krystallglas überfängt, daraus einen Cylinder marbelt und diesen wie gewöhnlich auszieht. Auf diese Weise würde der einfachste Millefioristab zu Stande kommen. Man begreift aber leicht, daß über die erste Glasmasse eine zweite, dritte ꝛc. façonnirte gebracht werden und dadurch schließlich ein sehr zusammengesetzter Glasstab erhalten werden kann.

b

Fig. 199.

Die Herstellung der Glasröhren weicht von der der Stäbe nur darin ab, daß man die Glasmasse zuerst zu einer Kugel mit dicken Wandungen aufbläst, diese der Pfeife gegenüber an

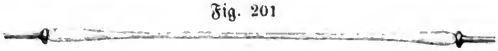
[1]) Von großem Einflusse auf die Schönheit der Stäbe ist auch das gleichmäßige Drehen derselben, was man deshalb wohl auch mit Hülfe einer Drehscheibe ausführt, deren Axe in eine Zange endigt, worin der geschreckte Knopf festgehalten wird.

Digitized by Google

das Heft- oder Fadeneisen anheftet, Fig. 200, und dann erst wie beschrieben auszieht, Fig. 201.

Fig. 200.

Fig. 201



F. Kunstgläser.

Das Gebiet der Kunstgläser ist streng genommen ein ganz unbegrenztes 47
und veränderliches, weil es der Mode dient und die Phantasie sowie der gute Geschmack des Fabrikanten freies Spiel haben. Dessenungeachtet giebt es mehrere Genres von solchen Gläsern, welche als typische betrachtet werden können, weil sie sich vom Ursprung der Glasmacherkunst bis heute erhalten haben, und andere, die ihrer Schönheit wegen hier Erwähnung verdienen.

Zu den letzteren gehören die Incrustationen, von denen man nicht mit Sicherheit angeben kann, wo sie zu Hause sind. In Frankreich führt man an, daß dieselben aus Böhmen stammen, und in Deutschland wird gesagt, man habe sie von den Franzosen kennen gelernt.

Incrustationen nennt man Gegenstände aus gebranntem Gyps oder Thon von weißer Farbe oder verschieden bemalt, welche in einer farblosen oder gefärbten Krystallglasmasse eingeschlossen sind, und deren Oberfläche das angenehme Matt des Metalles hat. Am geschmackvollsten und von wahrhaft überraschender Wirkung sind die farblosen Gegenstände, welche mattem Silber ähnlich sehen. Ihre Darstellung erfordert nicht sowohl manuelle Geschicklichkeit als vielmehr große Aufmerksamkeit auf die richtige Beschaffenheit des zu incrustirenden Gegenstandes und der zu incrustirenden Glasmasse. Letztere muß nicht schwerflüssig und am zweckmäßigsten stark lichtbrechend, also Bleiglas, sein; sie darf ferner nicht flüssig mit dem Gegenstande zusammengebracht werden, weil Alles darauf ankommt, daß sie in dessen Vertiefungen nicht eindringt, und endlich muß sie über dem Gegenstande weder eine zu dünne noch zu dicke Schicht bilden, damit gerade die zur Hervorbringung der eigenthümlichen Wirkung erforderliche Lichtbrechung stattfinden kann. Der zu incrustirende Gegenstand aber muß eine gleichmäßig rauhe, feinkörnige Oberfläche besitzen. Nicht zu scharf gebrannte Bisquitmasse eignet sich vorzüglich dazu.

Der fertige Gegenstand, denken wir uns ein schönes Madonnenbild aus Bisquit, wird auf einer Thonplatte nur so weit vorgewärmt, daß er bei Berührung mit dem heißen Glase nicht zerspringt. So vorbereitet, kann er auf verschiedene Weise mit dem Glase umhüllt werden. Entweder drückt man ihn auf eine Glasmasse, welche man auf dem Marbel zu einer Platte ausgearbeitet oder in eine beliebige Form gegossen hat, und breitet alsdann eine zweite Schicht

Digitized by Google

Glas darüber aus, vereinigt sie durch Aufdrücken und, wenn nöthig, Anwärmen mit der untern Schicht und giebt endlich dem Ganzen die gewünschte Form. Oder man bläst, wie nach Pellat in England gebräuchlich, einen Cylinder oder sonst passende Hohlform, öffnet diese und legt mittelst einer Zange den Gegenstand ein, wie es Fig. 202 zeigt. Hierauf erweicht man das offene Ende und drückt die Ränder wie in Fig. 203 zusammen, um sie zu schließen, wie Fig. 204, worauf

Fig. 202.

Fig. 204.

Fig. 203.

Fig. 205.

man durch Aussaugen der Luft aus dem Innern und Aufdrücken von außen das Zusammenfallen der Wandungen bewirkt, um endlich Fig. 205 zu erhalten. Die letzte Vollendung wird der Glasmasse durch Schleifen ertheilt.

Durch die angeführte Behandlung erhält man drei Körperschichten, deren jede sich gegen das Licht verschieden verhält, eine undurchsichtige, eine Luftschicht und eine Glasschicht. Der undurchsichtige Gegenstand wirft das Licht zurück, zerstreut es aber in Folge seiner Oberflächenbeschaffenheit. Das zurückgeworfene Licht geht durch die Luft in das Glas über, von dessen unterer Fläche jedoch der Dicke der Schicht wegen ein großer Theil auf den Gegenstand zurückgeworfen wird. Dadurch wird dieser so hell beleuchtet, daß er die Wirkung einer stärker reflectirenden Metallfläche erhält. Endlich das durch die Glasmasse hindurchgehende Licht führt dem Auge nicht bloß den hellerleuchteten Gegenstand, sondern auch den Glanz der Glasoberfläche zu, welcher die Täuschung vollendet, indem er den Gegenstand glänzend erscheinen läßt. Wäre der undurchsichtige Körper in unmittelbarer Berührung mit der Glasschicht, so würde man ihn höchstens undeutlich sehen, die Wirkung der Luftschicht ist demnach die conditio sine qua non.

Eisglas (frosted glass) nennt man solches, welches auf das Auge eine ähnliche Wirkung hervorbringt, wie innerlich zerklüftetes Eis. Seine Darstellung scheint eine Erfindung der Venetianer zu sein, welche es vitro di Trino nannten; wenigstens sind aus einer frühern als der venetianischen Zeit keine Spuren davon auf uns gekommen. Man stellt es aus weißem und farbigem Krystallglas dar. Schon die Benennung läßt übrigens erkennen, daß nur farbloser Krystall das angemessenste Material dafür ist. Die schönste Wirkung machen unstreitig die Gegenstände, welche aus weißem Krystall bestehen und mit Gold verziert sind.

Die Darstellung des Eisglases beruht darauf, daß heißes Glas bei plötzlicher Abkühlung zerspringt. Man formt zuerst das Külbchen Fig. 206 und 207 und taucht es weißglühend in kaltes Wasser. Dadurch entstehen in dessen äußerer Schicht unzählige sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzende

Digitized by Google

Sprünge, wie es in Fig. 208 darzustellen versucht worden ist, mit scharfen Rändern. Wird alsdann das Külbchen aufgeblasen, so treten die Ränder der

Fig. 206.

Fig. 207.

Sprünge aus einander und runden sich gleichzeitig ab. Die weitere Formung eines Gegenstandes von Eisglas, die im Uebrigen nicht von der gewöhnlichen Art abweicht, ist aus den Figuren 209 und 210 zu ersehen.

Fig. 208.

Fig. 210.

Fig. 209.

Glasperlen. Man hat verschiedene Arten von Glasperlen zu unterscheiden, zunächst nämlich Hohlglasperlen und massive Perlen, wovon man die ersteren besser französische, weil sie zuerst in Frankreich gemacht wurden, die letzteren venetianische nennt, weil ihre Fabrikation in Venedig ihren Ursprung hat.

Zu den französischen Perlen gehören die unächten Perlen oder Perlenimitationen und eine große Zahl anderer, theils runder, theils elliptischer und anders gestalteter, farbiger und ungefärbter Phantasieperlen, welche alle aus dünnwandigen Glasröhren von weiterem Durchmesser vor der Lampe gemacht und häufig auf der Innenfläche mit einem Ueberzuge versehen oder innerlich ganz ausgefüllt sind; z. B. die unächten Perlen mit Perlenessenz [1]) und Wachs, andere mit leichtflüssigem Metall, wie die Markasitperlen, mit einem Pigmente ꝛc. Auch äußerlich werden diese Perlen oft mit bunten Glasfäden verziert oder bemalt.

Die venetianischen Perlen werden dagegen nur aus dickwandigen Glasröhren von gewöhnlich gefärbtem Glase mit engen Oeffnungen und ohne Benutzung der Glasbläserlampe verfertigt. Man kann davon die Stick- oder Strickperlen, den Schmelz, die gewickelten Perlen und die geschliffenen Perlen unterscheiden.

Zu Strick- und Stickperlen werden in sieben Glasfabriken zu Venedig

[1]) Perlenessenz nennt man die feinsten Schüppchen der Weißfische, welche durch Schlemmen erhalten und, um nicht zu faulen, in Salmiakgeist aufbewahrt werden.

Digitized by Google

und Murano jährlich 16000 Centner theils Email-, theils durchsichtiges Glas verarbeitet. Die dazu nöthigen dickwandigen Glasröhren werden zuerst nach ihrem Durchmesser sortirt. Von den gleichen Röhren werden so viele, als ein Arbeiter mit der Hand zu fassen vermag, zusammengenommen und ihre Enden durch Anstoßen an eine flache Wand in eine Ebene gebracht. Hierauf werden sie auf die untere Klinge eines aus zwei schweren Messern bestehenden Schneidemessers in entsprechender Entfernung von den Enden, die durch einen »Anstoß« regulirt wird, aufgelegt und durch Auffallenlassen der obern Klinge an dieser Stelle abgeschlagen. Anstatt des Schneidemessers dienen aber auch zwei Meißel, wovon der untere feststeht, der obere mit der Hand geführt wird.

Die abgeschlagenen Stücke werden gesiebt, um Splitter und zu kleine Stücke zu entfernen, besitzen aber selbstverständlich scharfe, zum Theil auch unregelmäßige Ränder, welche abgerundet und möglichst ausgeglichen werden müssen. Es kann dies mit Leichtigkeit im Einzelnen durch Erhitzen der Ränder bis zum Erweichen des Glases geschehen, da aber im vorliegenden Falle die besondere Bearbeitung jedes einzelnen Glasstückchens unmöglich ist, so hat man ganz sinnreiche und zweckentsprechende Einrichtungen getroffen, um eine große Menge derselben gleichzeitig fertig zu machen. Dieselben werden nämlich jetzt (früher hatte man nur kupferne Pfannen) in eine durch Businich eingeführte Trommel von Eisenblech eingelegt, und diese, ähnlich wie eine Kaffeetrommel, während sie in einem Ofen bis zum Rothglühen erhitzt wird, um ihre Axe gedreht. Hierdurch erweicht das Glas und die dünnen Ränder schmelzen sich rund. Würde jedoch diese Operation so ohne alles Weitere vorgenommen, so könnte es, wie leicht einzusehen, nicht ausbleiben, daß die erweichten Glasstücke nicht allein unter einander zusammenbackten, sie würden auch, da sie im Innern eine Höhlung haben, in sich zusammensinken und sich abplatten. Um dies zu vermeiden, werden sie, ehe man sie in die Trommel bringt, in einer andern, welche gepulverten Thon, oder ein Gemenge von Thon und Kohlenpulver enthält, im befeuchteten Zustande so lange gedreht (oder sie werden mit den Händen in diesem Gemenge gerieben), bis ihre Höhlungen sich damit gefüllt haben. Beim Erhitzen giebt man von demselben Pulver (jedoch trocken) noch Etwas in die Trommel. Dadurch wird nun nicht bloß das Abplatten und Zusammenbacken verhindert, die Glasstücke nehmen auch jetzt erst durch das Umdrehen eine rundliche Form und auf der Oberfläche eine Art Politur an.

Aus der Trommel werden die Perlen auf Siebe geworfen, um sie von dem umhüllenden Pulver zu trennen und dann in Zwillichsäcken geschüttelt, um die in den Höhlungen steckende Ausfüllungsmasse zu entfernen.

Da trotz des Siebens nach dem Zerschneiden dennoch nicht alle Abschnitte gleiche Größe haben, auch nicht alle Stücke sich später regelmäßig abrunden, so werden die Perlen schließlich nochmals durch Siebe von verschiedener Feinheit sortirt und auf einer geneigten Holztafel gerüttelt, von welcher die runden herabrollen, während die nicht runden liegen bleiben. Die eigentliche Politur giebt man ihnen hierauf durch Schütteln in Säcken, wovon der erste Sand, der letzte Kleie enthält. Endlich werden sie auf Fäden gereiht.

Der Schmelz unterscheidet sich von den Strickperlen dadurch, daß er aus

Digitized by Google

einzelnen längeren Röhrenstückchen besteht, deren Ränder nicht abgerundet sind. Es bedarf daher kaum der Erwähnung, daß er ganz einfach durch das schon angeführte Zerschneiden von entsprechenden Glasröhren erhalten wird.

Das perlmutterähnliche oder vielmehr seidenglänzende Ansehen, welches der meiste Schmelz und auch manche französische Perlen besitzen, wird dem Glase dadurch ertheilt, daß man dasselbe im Hafen so lange heftig umrührt, bis es die zum Verarbeiten erforderliche Consistenz erlangt hat. Dadurch kommt in die Glasmasse Luft, auf das Feinste in unzähligen kleinen Bläschen vertheilt, welche Ursache der eigenthümlichen Lichtbrechung und des seidenartigen Glanzes ist, welchen diese Perlen besitzen.

Geschliffene Perlen werden vorzüglich in Böhmen (Gablonz und dessen Umgegend) erzeugt. Ihre Darstellung unterscheidet sich von der der venetianischen Perlen nur durch das zuletzt damit vorgenommene Schleifen.

Gewickelte Perlen, früher ausschließlich ein Product der venetianischen Hütten, welche an 6400 Centner Glas in solchen verarbeiten, werden jetzt auch in Baiern (Bischoffsgrün und Umgegend im Fichtelgebirge) dargestellt. Die Venetianer machen diese Perlen vor der Lampe, in Baiern werden sie aus dem Hafen gearbeitet. Man benutzt dazu kleine elliptische Oefen, welche mit Torf geheizt werden. In diesen stehen länglich viereckige Häfen (vier Stück), in welchen die farbigen Gläser aus dem Satze bereitet werden, also Schmelzhäfen, neben anderen (sieben Stück) von gewöhnlicher Form, in denen die fertigen Gläser zur Verarbeitung enthalten sind, also Arbeitshäfen. Der Arbeiter sitzt auf einem Schemel vor der Arbeitsöffnung, neben ihm steht zu seiner Linken ein niedriger Stock mit einem Auflagereisen und zu seiner Rechten, vor dem Arbeitsloche, ein flaches Thongefäß, in welchem sich Thonschlicker befindet. Das Werkzeug, womit er arbeitet, ist ein circa 2′ langer eiserner Stab, dessen vorderes Ende in eine dünne conische Spitze ausläuft. Jeder Arbeiter ist mit zwei solchen Stäben versehen. Die Spitze des Stabes taucht er (um das Anhaften des Glases zu verhüten) zuerst in den Thonschlicker und dann in das geschmolzene Glas. Hat er davon die erforderliche Menge aufgenommen, so dreht er den Stab, indem er seine Spitze etwas erhebt, damit dieselbe vom Glase frei wird, zuerst im Ofen und schließlich nach dem Herausziehen so lange bis die aufgenommene Glasmasse eine gleichförmige rundliche Gestalt angenommen hat. Alsdann legt er den Stab mit dem hintern Ende auf seinen Schemel, mit dem vordern (hinter der Perle) auf das Auflagereisen und beginnt mit dem zweiten Stabe die nämliche Arbeit. Bis die zweite Perle fertig ist, hat die erste Zeit gehabt, vollkommen zu erstarren, und wird nun vom Stabe abgestoßen. Dies kann mit der größten Leichtigkeit geschehen, weil der Thonschlicker das Anhaften des Glases an dem Eisen verhindert und überdies die Spitze eine conische Gestalt hat.

Ein Arbeiter kann in 12 Stunden von 2000 bis 6000 Perlen, in der Minute also bis 8 Stück machen und erhält für je 100 Stück (eine »Masche«) $1\frac{1}{2}$ Kreuzer.

Spitzen-, Band-, Faden- und reticulirte Gläser, sowie Mosaikglas haben alle das mit einander gemein, daß sie aus fertigen Stäben oder Fäden

Digitized by Google

geformt werden, welche man durch Kryſtallglasmaſſe mit einander verbindet [1]). Für das Spitzenglas werden Petinetſtäbe entweder allein oder in Verbindung mit einfachen Stäben und Fäden, für das Bandglas farbige und Emailſtäbe und für das Fadenglas Fäden abwechſelnd mit farbloſen Stäben angewendet. Werden dazu nur Fäden aus Email genommen [2]), ſo erhält man das deutſche, ſind die Fäden farbig, das franzöſiſche Fadenglas. Läßt man endlich bunte Fäden oder Stäbe ſich durchkreuzen, ſo entſteht das ſchottiſche Band- und Fadenglas.

Bei dem Band- und Spitzenglaſe müſſen die Stäbe während der Verarbeitung ſich abplatten, um ſich in ſchmale Bänder zu verwandeln, es muß deshalb ihre Maſſe leichter ſchmelzbar ſein als die Kryſtallmaſſe, mit welcher ſie verbunden werden.

Die erſte Arbeit beſteht darin, die erforderliche Anzahl von Stäben in einen Cylinder, eine »Hülſe«, zu vereinigen. Dazu bedient man ſich einer cylindriſchen Thonform, Fig. 211, an deren Wände man zuerſt die Stäbe neben einander aufſtellt. Iſt dies geſchehen, ſo hält man einen 1 bis $1\frac{1}{2}$″ (2,3 bis 3,5 Centimeter) breiten Glasring von weißem Glaſe und entſprechendem Durchmeſſer *a*, Fig. 212, ins Innere des durch die Stäbe gebildeten Kreiſes, während man dieſe mit der andern Hand umfaßt und an den Ring andrückt. Um ſie in dieſer Lage feſtzuhalten, ſchlingt man einen dünnen Draht um ſie herum und dreht deſſen Enden zuſammen wie es die Figur zeigt. Der Stabcylinder erlangt dadurch an ſeinem obern Ende ſo viel Feſtigkeit, daß man ihn umdrehen und mit dem untern Ende die eben beſchriebene Operation vornehmen kann. Man kann auch beide Glasringe über einen Stab von entſprechender Dicke ſchieben

Fig. 211.

Fig. 212.

Fig. 213.

und die Stäbe alsdann darum herumſtellen. Um daraus einen Gegenſtand zu formen, wird zuerſt die Hülſe vorgewärmt und alsdann in das Innere Kryſtall-

---

[1]) Hierbei, ſowie in allen Fällen, wo man geformtes Glas mit geſchmolzener Glasmaſſe vereinigen will, gilt die Regel, daß erſteres zuvor angewärmt werden muß, theils weil es ſonſt dem Zerſpringen ausgeſetzt ſein, theils weil die flüſſige Glasmaſſe außerdem nicht daran haften würde.

[2]) Die Emailmaſſe hierzu iſt zinnhaltig, weil dieſe ſich beſſer als die arſenikhaltige zu den feinſten Fäden ausziehen läßt.

Digitized by Google

glasmasse eingeblasen, an deren äußerer Fläche nun die Stäbe festsitzen. Der Draht, welcher sie bis jetzt zusammenhielt, wird alsdann abgenommen und die Stäbe sitzen nun ähnlich wie in Fig. 213. Durch Einhalten in die Arbeitsöffnung werden diese erweicht, ihre unteren Enden mit Hülfe der Zange nach der Mitte des Bodens zusammengebogen und das Ueberflüssige abgeschnitten, so daß ihre Lage der Fig. 214 ähnlich wird. Sollen die Stäbe nicht geradlinig, sondern schraubenförmig gewunden erscheinen, so werden sie mittelst der Zange, wie eben angegeben, am Ende in einem Punkte vereinigt und von dem überflüssigen Glase mittelst der Zwinkerscheere ein Knopf gebildet, welcher mit Wasser abgekühlt, (»geschränkt«) wird. Der Gegenstand wird alsdann erwärmt, der Knopf, welcher hierbei, weil viel kälter als die übrige Glasmasse, nicht erweicht, mit der Zange festgehalten und die Pfeife um ihre Axe gedreht, darauf aber der Knopf abgeschnitten, wodurch die Lagerung der Stäbe, wie sie Fig. 215 zeigt, entsteht. Die weitere Arbeit besteht nun darin, daß man den so weit

Fig. 214. Fig. 215. Fig. 216.

bearbeiteten Gegenstand mit Krystallmasse überfängt und auf gewöhnliche Weise vollendet.

Begreiflicherweise kann man in die in der Thonform zusammengestellten Stäbe, ohne sie zu einer Hülse zusammenzubinden, Krystall einblasen, allein dann verursacht die Zusammenstellung der Stäbe Aufenthalt und diese können leicht aus ihrer richtigen Stellung kommen. Die Hülsen dagegen können von Jungen oder Mädchen im Vorrath gemacht und, ohne Aufenthalt, sicher verarbeitet werden.

Das reticulirte Glas [1]) unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, daß es aus Stäben von Krystallglas mit einem Emailfaden in der Mitte (Axe) gebildet ist, daß diese Stäbe, ohne durch Krystallmasse verbunden oder auch nur abgeplattet zu sein, nur eben an einanderhaften und daß sich je vier Stäbe unter spitzen Winkeln netzartig kreuzen. Dadurch bleibt in dem zwischen den vier Kreuzungsstellen eingeschlossenen Raume eine Luftblase, und die Gegenstände erlangen neben einer auffallenden Leichtigkeit, ein charakteristisches Ansehen, s. Fig. 216.

[1]) Obgleich Gegenstände aus reticulirtem Glase einen sehr angenehmen Eindruck bei genauer Betrachtung machen, so sind sie doch nie, wie sie es verdienen, gangbare Artikel geworden. Es erklärt sich dies daraus, daß sie ihrer schwierigen Darstellung wegen theuer und dabei doch von einem sehr bescheidenen Ansehen sind.

Digitized by Google

Die Aufgabe des Bläsers ist hier offenbar eine weit schwierigere als bei dem Bandglase und nur dadurch zu lösen, daß bei der Verarbeitung die Erhitzung nie so weit getrieben wird, daß eine Abplattung der Stäbe erfolgt. Wenn es nöthig ist, wird deshalb auf die erhitzte Stelle während der Arbeit, um sie abzukühlen, mittelst eines kleinen Blasebalges Luft geblasen.

Die beschriebene, für diese Arbeiten charakteristische Kreuzung der Röhren wird dadurch hervorgebracht, daß man zwei Cylinder, deren Stäbe entgegengesetzte Windungen haben, in einander steckt und dann einen Gegenstand daraus formt. Uebrigens arbeitet man nicht überall auf gleiche Weise.

Die Kunst, reticulirte Gläser herzustellen, ist schon sehr alt und wurde von den Venetianern mit dem besten Erfolge betrieben, sie ist jedoch später gänzlich verloren gegangen und erst in der neueren Zeit in Deutschland und Frankreich wieder erfunden worden. In Deutschland war es der Herr Director Pohl auf der Josephinenhütte bei Warmbrunn in Schlesien, in Frankreich Herr Bontems, damals Director der Glasfabrik zu Choisy-le-Roi.

Gegenstände von vollendeter Schönheit werden nach dem Verfahren Pohl's auf folgende Weise erhalten:

Die Glasstäbe, bei welchen es Haupterforderniß ist, daß sie von gleichem Durchmesser seien, werden zu einer Hülse vereinigt, und diese in einem bedeckten Thongefäße vorgewärmt. Um die Hülse zu einem Cylinder zu verarbeiten, wird nun etwas Glas mit der Pfeife aufgenommen, zu einer Kugel aufgeblasen, diese geöffnet und die Enden der Stäbe damit an die Pfeife geheftet; das untere Ende des Cylinders wird durch angelegtes Glas geschlossen und hierauf die Drähte abgeschnitten. Durch vorsichtiges Erwärmen des Cylinders werden die Stäbe an einander geheftet und nun der Cylinder, wie beim Band- und Fadenglase angegeben worden ist, rechts oder links gedreht, wobei er sich zugleich conisch verlängert, so daß er die Gestalt Fig. 217 annimmt, wobei *a* die Stelle ist, mit welcher

Fig. 217.

der Cylinder an der Pfeife gesessen hat. Von der Pfeife abgesprengt, werden aus solchen 12″ bis 24″ (28 bis 56 Centimeter) langen Cylindern durch das »Sprengrad« Hülsen von erforderlicher Länge geschnitten und zur Verfertigung des reticulirten Glases zwei, wovon der eine links, der andere rechts gewunden ist, wie Fig. 218 und 219, sowie Fig. 220 zeigt, in einander gesteckt. Die engere Hülse, welche wenigstens um $^1/_4$″ (11 Millimeter) länger als die weitere sein muß, wird nun mit dem weiteren Ende, wie früher angeführt, an die Pfeife geheftet und das engere Ende durch Zusammendrücken mit der Zange geschlossen. Ist dies geschehen, so wird die weitere Hülse übergeschoben, das Ganze bis zur Dehnbarkeit erwärmt und in die innere Hülse geblasen, um sie mit der äußeren zu vereinigen. Die weitere Bearbeitung ist wie bei jedem Hohlglasgegenstande.

Digitized by Google

Wie Bontems arbeitet, ist uns aus der von ihm gegebenen Beschreibung nicht vollständig klar geworden. Das in England gebräuchliche Verfahren aber,

Fig. 218.

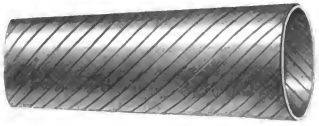


Fig. 219.

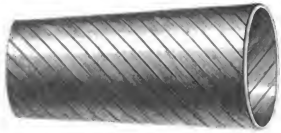
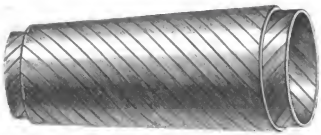


Fig. 220.



welches Herr Pellat in seinen »Curiosities« ꝛc. beschreibt, weicht von dem vorher beschriebenen ab und kann unmöglich ebenso leichte und elegante Producte liefern.

Das Külbchen, Fig. 221, wird nämlich auf die beim Fadenglase versinnlichte Weise, also durch Einblasen von Krystall in eine Hülse, angefertigt, dabei aber mit der Vorsicht verfahren, daß die Stäbe sich nicht abplatten. Darauf wird es bei *c* festgeheftet, bei *b* abgesprengt und auf gewöhnliche Weise erweitert. Auf ähnliche Weise, wie es beim Pontil zu geblasenen Spiegeln und bei der Herstellung eines Cylinders angegeben worden ist, wird jetzt eine Scheibe aus Glas *d*, Fig. 222,

Fig. 221.

Fig. 222.

Fig. 223.

am Hefteisen geformt und diese an die Mündung angeheftet, wie es die Figur zeigt. In ein zweites Gefäß mit entgegengesetzten Windungen der Stäbe von der Fig. 223 steckt man das erstere nun so ein, wie Fig. 224, sprengt dann den Pontil ab, vereinigt die Ränder und giebt dem Ganzen die weitere Form, s. Fig. 216.

Millefiori- oder Mosaikglas nennt man Gegenstände, die aus einer Krystallglasmasse bestehen, in welcher farbige Sterne, Rosetten und dergl., selbst

Digitized by Google

Thiergestalten, allein oder in Verbindung mit Spitzenglas eingeschlossen sind. Man macht von diesem Glase Hohlglasgegenstände verschiedener Art, insbesondere aber halbkugelförmige Briefbeschwerer von sehr gefälligem Ansehen.

Fig. 224.

Die Darstellung derartiger Gegenstände weicht von der der beschriebenen »Stabgläser« insofern ab, als nicht mehr ganze Stäbe, sondern nur Abschnitte von solchen die Grundlage bilden. Die Abschnitte von Millefioristäben werden nur sehr kurz genommen (etwa 1‴ (1,8 Millimeter) lang) und auf beiden Seiten durch Reiben auf einer Sandsteinplatte eben geschliffen; die von Petinetstäben erhalten eine größere Länge, ohne an den Enden abgeschliffen zu werden. Die ersteren sind nämlich dazu bestimmt, im Querschnitte gesehen zu werden, während man die letzteren von der Seite sieht.

Soll ein hohler Gegenstand dargestellt werden, so legt man die Abschnitte von Millefiori- und Petinetstäben, bunt durch einander oder nach einem Muster, in der erforderlichen Menge auf eine Thonplatte neben einander und wärmt sie vor. Mit der Pfeife wird dann aus Krystall ein Külbchen bereitet und über die Stäbe hingewälzt, so daß sie an seiner Außenfläche hängen bleiben. Alsdann wird mit Krystall überfangen und die Form vollendet.

Für einen Briefbeschwerer legt man Abschnitte von Petinetstäben und Millefioristäben gesondert, erstere in eine kleine eiserne Schale, letztere auf eine Form von Eisen, wie Fig. 225, in welcher *a* erhabene und *b* vertiefte Kreise vorstellen, damit die kleinen Millefiorischeibchen an den Rändern von *a* einen Haltpunkt finden, und wärmt beide an. Das nöthige Krystallglas nimmt man mit einem Hefteisen aus dem Hafen und heftet zuerst die Petinetstäbe, »Unterlage«, daran. Nachdem man sie nun mit einer Schicht Krystallglas überfangen hat, nimmt man mit dieser die Millefioristäbe auf, überfängt sie nochmals mit Krystall und giebt dem Ganzen mit dem Wullholze eine abgerundete Form, ehe man es von dem Hefteisen absprengt. Durch Schleifen ertheilt man diesen Gegenständen ihre höchste Vollendung.

Fig. 225.

Bemerkenswerth ist die Veränderung, welche die Millefioristäbe in ihrem Ansehen erleiden, sobald sie mit Krystallglasmasse überfangen worden sind. Sie erscheinen durch die Wirkung des sphärischen Glases dem Auge vergrößert abgerundet und lebhafter gefärbt.

Digitized by Google

IV. Die Vollendung und Verzierung der Glasgegenstände.

Die Vollendung gläserner Gegenstände, wie sie in den vorhergehenden 48
Capiteln besprochen worden sind, begreift a. das Schleifen und Poliren von Hohl- und Tafelglas und b. das Belegen der Spiegel.

Zur Verzierung gehört a. das Schneiden und b. das Malen, Vergolden, Versilbern, Verplatiniren.

Die hierher gehörigen Arbeiten werden indessen in der Regel selbstständig und abgesondert vom Glashüttenbetriebe ausgeführt, sie sind also Gegenstand besonderer Gewerbe und gehören deshalb, streng genommen, nicht zur Glasfabrikation. Ich werde mich deshalb bei ihrer Beschreibung, um innerhalb der diesem Werke gesteckten Grenzen zu bleiben, auf das zum Verständniß Unerläßliche beschränken.

Das Schleifen (taille, grinding) im engern Sinne umfaßt einen Complex von Arbeiten, deren Hauptzweck darin besteht, der Form einen höhern Grad von Regelmäßigkeit und Schärfe zu geben, als es der Glasbläser zu thun im Stande ist, die Oberfläche zu ebenen und ihr den höchstmöglichen Glanz zu ertheilen. Der »Schliff« wird jedoch auch ebenso häufig benutzt, um die Oberfläche zu verzieren und dann als Brillantschliff, Muschelschliff, Walzen-, Schuppen-, geschälter, matter, Silberschliff ꝛc. bezeichnet. In diesem weiteren Sinne genommen, gehört dann aber der Schliff ebensogut zum »Schnitt«.

Die beim Schleifen vorkommenden Arbeiten sind das »Rauhschleifen« (dégrossisage), das »Klarschleifen« (Douciren) und das »Poliren« (polissage).

Durch das Rauhschleifen soll die überflüssige Substanz hinweggenommen werden (bei Spiegelglas $^1/_3$ bis $^1/_2$), was nur durch energisch wirkende Schleifmittel geschehen kann. Gewöhnlich dient dazu scharfkörniger und grober Sand.

Durch das Klarschleifen werden die Rauhigkeiten, welche das Rauhschleifen hervorbringt, weggenommen. Es erfolgt daher mit milder wirkenden Mitteln, nämlich feinkörnigem Sandsteine, Sand oder Smirgel. Beide Operationen können trocken oder naß ausgeführt werden; gewöhnlich geschieht Letzteres, weil das Erstere der Gesundheit der Arbeiter sehr nachtheilig ist.

Endlich das Poliren hat den Zweck, der matt gewordenen Oberfläche ihren Glanz wiederzugeben. Dies geschieht entweder durch trocknes Schleifen mit Holz oder mittelst feiner Polirmittel, nämlich Englischroth oder Tripel, Zinnasche, welche mit Hülfe von auf Holz befestigtem Filz aufgerieben werden.

Die Einrichtungen, welche man zum Schleifen benutzt, sind von dreierlei Art, je nachdem es sich um das Schleifen kleinerer oder größerer Flächen oder optischer Linsen handelt.

Digitized by Google

Im ersten Falle, der bei allen Arten von Hohl- und massivem Glase, auch beim Facettiren der Spiegelscheiben vorkommt, wird in der Regel eine Scheibe von Eisen, welche gewöhnlich durch Wasserkraft sich in verticaler Ebene dreht, zum Rauhschleifen angewendet. Ueber derselben befindet sich ein hölzerner Trichter mit Sand und Wasser, dessen untere Oeffnung verstopft werden kann und bei der Arbeit so weit geöffnet wird, daß die zum Schleifen nöthige Menge Sand fortwährend auf den Rand der Scheibe tropft. Zum Facettiren der Spiegelscheiben dient eine eiserne Walze von der Länge der längsten zu facettirenden Scheibe. Diese wird ebenfalls durch Wasserkraft bewegt und aus einem darüber befindlichen Trichter mit trockenem Sande versehen.

Die Spiegelscheibe wird auf eine vor der Walze befindliche Unterlage aufgelegt und unter einem entsprechenden Winkel mit der Kante an die rotirende Walze angelegt, von welcher wenige Umdrehungen genügen, um die Facette herzustellen.

Zum Klarschleifen bedient man sich in den angeführten Fällen einer Scheibe von Sandstein und des feinsten Sandes. Das Poliren wird mit einer Scheibe von Holz trocken, oder mit Hölzern, welche mit Filz überzogen sind, mit den schon genannten Polirmitteln und Wasser oder Oel ausgeführt.

Zum Schleifen größerer Flächen, wie der Boden, auch zum Ebenschleifen der Ränder an weiten Mündungen, wird anstatt der vertical drehbaren Scheibe eine horizontal drehbare, der »Schleifständer«, benutzt.

Beim Rauh- und Klarschleifen der Spiegel (und größerer Flächen überhaupt) sucht man Zeit dadurch zu sparen, daß man je zwei zu schleifende Flächen über einander reibt, also je zwei derselben gleichzeitig fertig macht.

Hierbei verfährt man so, daß man eine Tafel, das »Bodenglas«, auf einen Tisch von Stein, die »Schleifbank«, mittelst Gyps vollkommen eben aufkittet; diese bleibt demnach während der Arbeit unbeweglich liegen. Eine zweite Tafel, das »Oberglas«, wird in einen hölzernen Kasten, welcher oben und unten offen, durch eine Querscheidewand in eine tiefere und eine flachere Abtheilung getheilt ist, in letztere gleichfalls vollkommen eben mit Gyps eingekittet, und, nachdem Sand und Wasser auf das Bodenglas gebracht worden ist, auf diesem unter einem mäßigen Druck, der nach Befinden durch Einlegen von Gewichten in die obere Abtheilung des genannten Kastens verstärkt werden kann, entweder mit den Händen oder durch besondere Maschinenvorrichtungen in kreisförmiger Bewegung herum-, oder in neuerer Zeit in geradliniger Bewegung hin- und hergeführt. Im letzteren Falle wird auch dem Bodenglase eine auf die des Oberglases rechtwinkelige Bewegung von entsprechender Geschwindigkeit ertheilt.

Da beim Schleifen der Spiegelgläser die Herstellung einer vollkommen ebenen Fläche die wesentlichste Bedingung ist, so müssen beim Einkitten der Tafeln, bei dem Herumführen des Oberglases auf dem Bodenglase verschiedene Rücksichten genommen werden, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Nur dies mag erwähnt werden, daß das Oberglas stets kleiner ist als das Bodenglas, jedoch zu letzterem in einem bestimmten Größenverhältnisse stehen soll, wenn mit kreisförmiger Bewegung geschliffen wird. Auch ist zu bemerken, daß

Digitized by Google

die Obergläser, da sie eine kleinere Oberfläche haben, sich schneller abschleifen als die Bodengläser, und deshalb, um eins der letzteren fertig zu schleifen, mehrere von den ersteren gebraucht werden, wobei wiederum, wenn beide Tafeln eine ihrer Größe entsprechende Dicke haben sollen, nur eine gewisse Zahl Obergläser auf einem Bodenglase abgeschliffen werden dürfen.

Nachdem die eine Fläche eben geschliffen ist, werden die Tafeln gewendet, um die entgegengesetzten Flächen zu bearbeiten.

Das Klarschleifen erfolgt in ähnlicher Weise, wie das Rauhschleifen. Man wendet dazu aber Smirgel anstatt des Sandes an und die Regulirung des Druckes ist hier von noch größerer Bedeutung als bei der ersten Operation.

Das Poliren kann nur mit einer größeren oder mehreren neben einander liegenden kleineren Tafeln vorgenommen werden, welche, wie vorher, festgekittet sind. Auf diesen werden durch Maschinenkraft mit Filz belegte flache Hölzer in bestimmter Richtung hin- und herbewegt und als Polirmittel Englisch Roth mit Wasser benutzt.

Der Polirtisch ist so angebracht, daß er vom Tageslicht nicht beleuchtet wird, weil die unvollständig polirten Stellen auf den Platten bei künstlichem Lichte deutlicher erkannt werden können.

Nach dem Poliren muß nichts desto weniger jede Platte noch sorgfältig geprüft werden, was dadurch geschieht, daß dieselbe in einem dunkeln Zimmer auf einen mit schwarzem Tuche belegten Tisch gelegt und mittelst einer Handlampe in verschiedenen Richtungen beleuchtet wird [1]).

Das Schleifen optischer Gläser weicht von dem vorherbeschriebenen nur dadurch ab, daß nicht ebene, sondern Flächen von ganz bestimmter Krümmung herzustellen sind, es ist deshalb viel schwieriger und wird stets, getrennt vom Glashüttenbetriebe, nur von Optikern ausgeführt.

Das Schneiden (cutting) des Glases, der »Schnitt«, wovon es, wie vom Schliffe, verschiedene Arten, nämlich grober, feiner, flacher ꝛc. giebt, ist diejenige Bearbeitung des Glases, durch welche Verzierungen auf die Oberfläche entweder vertieft oder erhaben angebracht werden. Es handelt sich daher hierbei um die Hinwegnahme von Glas nur an einzelnen Stellen und das Schneiden des Glases ist daher streng genommen nichts Anderes, als ein partielles Schleifen. Aus diesem Grunde bedient man sich dazu auch ähnlicher Mittel, nämlich rotirender Scheiben, um Druck und Bewegung hervorzubringen, und des Sandes, Tripels, Smirgels und Englisch Rothes als Schleif- und Polirmittel. Die Scheiben sind theils aus Sandstein, oder Eisen, Kupfer oder Holz und von sehr verschiedenen Dimensionen.

Das Belegen der Spiegel (étamage, foliating, quicksilvering). Die Spiegeltafeln versieht man auf ihrer Rückfläche mit einem undurchsichtigen

---

[1]) Um sich über die Größe des durch Schleifen des Spiegelglases entstehenden Glasverlustes klar zu werden, stelle man sich vor, daß jährlich in Frankreich mindestens ½ und in England 1 Million Pfunde, im Werthe von circa 50000 Thaler (87500 Gulden oder 187500 Francs) zusammen, auf diese Weise gänzlich verloren gehen.

Digitized by Google

metallischen Ueberzuge, »der Beleg«, damit von der vordern Fläche die Lichtstrahlen um so vollständiger zurückgeworfen werden.

In ältester Zeit legte man eine Bleifolie auf, die aber wegen ihrer unreinen Farbe keine angenehme Wirkung thun konnte. Später ging man zu einem Amalgam von Zinn und Queckſilber über, welches bezüglich der Farbe den Anforderungen genügte, daher allgemein in Aufnahme kam und blieb. Mit dieſem Amalgam iſt nur ein ſehr bedauerlicher Uebelſtand verbunden, nämlich der, daß durch das in großer Maſſe verdampfende Queckſilber, welches von den Arbeitern eingeathmet wird, Letztere krank und ſiech, zuletzt unheilbar werden. Darin liegt der Grund, weshalb man in neuerer Zeit einen andern Beleg aus Silber anzubringen verſucht hat. Wenn auch anfänglich die Verſuche nicht vollkommen befriedigende Reſultate lieferten, ſo iſt man in neueſter Zeit doch unverkennbar vorgeſchritten, und es kann kaum bezweifelt werden, daß es gelingen wird, auch die letzten Schwierigkeiten zu überwinden.

Das Belegen mit Zinnamalgam (mettre au tain) beſteht im Weſentlichen aus dem Auftragen des Amalgams und dem Entfernen des überflüſſigen Queckſilbers. Das Arbeiten mit dem flüſſigen Queckſilber macht überhaupt allein die wenigen eigenthümlichen Einrichtungen und Manipulationen nothwendig, welche beim Belegen der Spiegel vorkommen. Die erſte derſelben iſt der Belegtiſch, welcher nicht bloß ſo eingerichtet ſein muß, daß kein Queckſilber verloren geht, ſondern auch ſo, daß das im Ueberſchuß angewendete möglichſt ab-

Fig. 226.

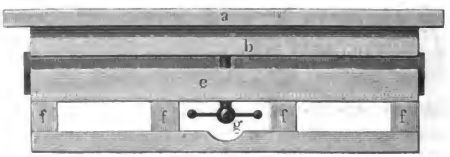
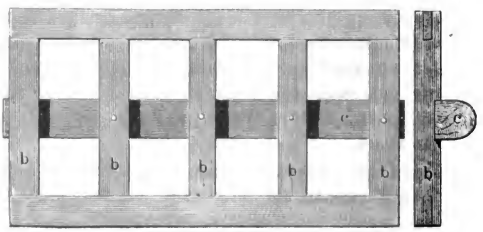


Fig. 227. Fig. 228.

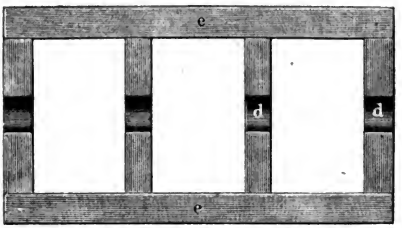


fließen kann. Aus dieſem Grunde beſteht er aus einer marmornen Tiſchplatte, welche an allen vier Seiten mit Rinnen und an einer Ecke mit einem durchgehenden Loche verſehen iſt. Dieſe Platte *a*, Fig. 226, iſt auf dem aus ſtarken Pfoſten gemachten Rahmen *bbbb*, Fig. 226, 227 und 228 unverrückbar be-

Digitized by Google

festigt. Der Rahmen liegt seinerseits auf einem halbrunden Balken *c*, Fig. 228, dessen unterer abgerundeter Theil in den Ausschnitten *dd*, Fig. 229, eines zweiten unter dem ersteren befindlichen Rahmens *e* liegt, der nun auf dem Gestelle *ff*, Fig. 226, ruht. Der Balken *c* ist nicht genau in der Mitte von *bb* angebracht, so daß der als der hintere zu betrachtende Theil ein kleines Uebergewicht gegen den vordern hat. Um demgemäß die Platte vor dem Fallen nach hinten zu schützen, ist eine Schraube *g* vorhanden, welche einerseits der Platte als Stütze und andererseits dazu dient, ihr jede beliebige Neigung nach vorn oder hinten zu ertheilen. Sehr häufig ist übrigens der Drehpunkt der Tisch-

Fig. 229.



platte an der vordern Kante des Tisches und statt der Schraube dienen Keile, welche man an der entgegengesetzten Seite zwischen die Platte und das Gestell einschiebt.

Man sieht, daß bei dieser Einrichtung des Belegtisches alles überflüssige Quecksilber nach den Rinnen und der in der Ecke befindlichen Oeffnung fließt, unter welche ein Gefäß zum Auffammeln gestellt wird, und daß durch eine entsprechende Neigung alles Quecksilber, was abzufließen im Stande ist, entfernt werden kann.

Die Arbeit des Belegens besteht nun darin, daß zuerst auf die Tischplatte so viel Zinnfolie (»Stanniol«) ganz eben aufgelegt wird, daß sie um einige Zolle größer, als die zu belegende Tafel ist. Dieselbe wird dann vollkommen eben ausgestrichen, abgekehrt und mittelst eines mit Filz belegten Brettes mit Quecksilber überstrichen, »gewaschen«. Die so vorbereitete Folie wird nun an der linken und rechten, sowie an der Rückseite mit entsprechend langen Streifen von Spiegelglas umlegt, während die vordere Seite offen bleibt; die Streifen werden durch aufgesetzte Gewichte von Eisen festgehalten. Ist dies geschehen, so wird auf die Folie so viel Quecksilber aufgegossen, daß sein Niveau etwas über die Spiegelglasstreifen erhaben ist. Nun handelt es sich darum, die zu belegende Tafel so auf das Quecksilber aufzulegen, daß weder Luft noch Unreinigkeiten sich dazwischen legen können. Zu dem Ende wird die Tafel mit erwärmten reinen Tüchern abgewischt, ein auf Leinwand befestigter Streifen weißes Papier vor dem Quecksilber ausgebreitet und auf den Glasstreifen zu beiden Seiten befestigt und dann die Glastafel über diesen und das Quecksilber hinweg in der Weise geschoben daß ein Theil des Quecksilbers dadurch verdrängt wird.

Digitized by Google

Ist das Aufschieben ohne Fehler ausgeführt, so werden die Glasstreifen weggenommen, die Tafel wird mit eisernen, unten mit Filz belegten Gewichten beschwert und 12 Stunden in horizontaler Lage gelassen. Nach dieser Zeit wird durch Anziehen der Schraube *g* die Tischplatte etwas nach vorn geneigt und dies geschieht nach und nach unter einem immer größeren Winkel, so lange ein Rutschen der Tafel nicht zu befürchten ist. Wenn endlich durch diese Behandlung der Beleg eine hinreichende Festigkeit gewonnen hat, werden die beschwerenden Gewichte abgenommen und die Tafel beinahe senkrecht mit einer Ecke so auf den mit Papier belegten Boden gestellt, daß sie einige zusammengehäufte Abfälle von Zinnfolie gerade berührt, wodurch der Abfluß des letzten Restes von Quecksilber erfolgt.

Kosten der Quecksilberbelegung [1]). Für den Beleg rechnet man je nach der Größe der Spiegel in England 8 Pence bis 2½ Shilling (6½ bis 25 Neugroschen, 80 Centimes bis 3 Francs 8 Centimes), in Belgien 3,5 bis 7,5 Francs pro Quadratfuß. In Oesterreich, wo der Glaswerth der belegten Spiegel, im Gewichte von 16400 Centner, im Jahre 1856 auf 328000 Gulden geschätzt wurde, betrugen die Kosten des Belegens 246000 Gulden, also 75 Proc., was nur aus der im Allgemeinen geringen Dicke und dem wohlfeilen Preise der Spiegel sich erklären läßt. Nimmt man das Gewicht des Quadratfußes zu 2 Pfund durchschnittlich, so kostet der Quadratfuß Beleg nahezu 8 Neugroschen (75 Centimes).

Das Belegen mit Silber (silvering) kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden, welche alle darin übereinstimmen, daß aus einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd durch langsam reducirende Mittel das Silber in zusammenhängenden Theilchen, also glänzend, abzuscheiden versucht wird.

Verfahren von Petitjean. Man gießt auf 100 Grammen salpetersaures Silberoxyd 62 Grammen concentrirte Ammoniakflüssigkeit (Salmiakgeist) und 480 Grammen destillirtes Wasser. Nachdem die Lösung des Silbersalzes erfolgt ist, setzt man eine Lösung von 19 Grammen Weinsteinsäure in 44 Grammen destillirten Wassers, endlich noch 0,15 Liter destillirtes Wasser zu und vermischt das Ganze durch Schütteln oder Umrühren. Von dem Absatze, welcher sich bildet, gießt man nach einiger Zeit die Flüssigkeit klar ab, rührt ersteren mit 0,15 Liter Wasser nochmals an, gießt später das Klare wiederum ab und vermischt dieses nebst noch 0,06 Liter Wasser mit der zuerst erhaltenen Lösung, welche mit Nro. 1 bezeichnet, aufbewahrt wird. Eine Lösung Nro. 2 bereitet man sich auf dieselbe Weise wie Nro. 1, nur mit dem Unterschiede, daß man die doppelte Menge Weinsteinsäure, anstatt 19 Grammen also 38 Grammen, darin auflöst.

Zum Versilbern bedient man sich eines flachen, gußeisernen geschlossenen Wasserbades, d. h. eines flachen Wasserkastens mit aufgebogenen Rändern, welcher groß genug ist, um die Spiegeltafel, nachdem die zu versilbernde Fläche zuvor

[1]) Die Gestehungskosten sind von C. Beeg in Wagner's Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen der chemischen Technologie, Jahrgang 1859. S. 288 ff. sehr ausführlich berechnet, wir müssen jedoch eben deswegen auf diesen Artikel verweisen.

Digitized by Google

regelmäßig gereinigt worden ist, darauf legen zu können. Auf die gereinigte Fläche gießt man dann so viel von der Lösung Nro. 1, bis die Flüssigkeit eine Schicht von $2^1/_2$ Millimeter bildet, und erwärmt das Wasserbad auf 60° C. Nach 15 bis 20 Minuten hat sich die Silberschicht auf der Tafel niedergeschlagen, die erschöpfte Flüssigkeit wird ab- und an ihrer Stelle die Lösung Nro. 2 aufgegossen. Hat auch diese ihre Wirkung gethan, so wird sie abgegossen, die Tafel getrocknet und der Silberüberzug mit einem schwarzen Firnisse bedeckt.

Power wendet ein ähnliches Verfahren an, benutzt aber zur Reduction des Silbers, anstatt der Weinsteinsäure, Alkohol und versichert, daß bei seinem Verfahren eine Erwärmung nicht nöthig sei.

Verfahren von Liebig. Man löst 10 Grammen geschmolzenes salpetersaures Silberoxyd in 200 Cubikcentimetern destillirten Wassers auf und setzt dazu nur so viel Aetzammoniakflüssigkeit, als zur Erzeugung einer klaren Lösung erforderlich ist. Dieser Lösung setzt man 450 Cubikcentimeter Natronlauge von 1,035 specif. Gewicht und endlich so viel Wasser zu, daß das Gesammtvolumen 1450 Cubikcentimeter beträgt. Wenn beim Zusatz der Lauge ein schwarzbrauner Niederschlag entsteht, so muß man ihn sogleich durch Zusatz von Aetzammoniak zum Verschwinden bringen. Die Mischung wird jetzt tropfenweise mit einer verdünnten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd vermischt, bis ein bleibender, starker, grauer Niederschlag entsteht und zuletzt noch so viel Wasser zugegeben, daß man im Ganzen $1^1/_2$ Liter Mischung erhält. — Unmittelbar vor dem Gebrauche vermischt man die so erhaltene, zuvor geklärte Flüssigkeit mit $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ ihres Volumens einer Milchzuckerlösung, welche auf 10 Theile Wasser 1 Theil Milchzucker gelöst enthält.

In diese Mischung wird die zu versilbernde Spiegeltafel auf passende Weise so eingehängt, daß sie davon vollständig benetzt wird.

Zum Gelingen der Arbeit ist es nothwendig, daß die Flüssigkeit kein freies Ammoniak enthalte und die Natronlauge frei von Chlormetallen sei.

Nach der Versilberung wird die Fläche galvanisch verkupfert.

Verfahren von Löwe. Da es schwierig ist, sich eine von Chlornatrium freie Natronlauge zu verschaffen, so bedient sich Löwe anstatt dieser des gebrannten Kalkes; auch wendet er zur Reduction des Silbers nicht Milchzucker, sondern Traubenzucker (Stärkezucker) an. Er löst von letzterem 50 Gramm in 5 Liter destillirten Wassers auf und löscht mit dieser Lösung 20 Theile möglichst reinen Aetzkalk und schüttelt in einem verschließbaren Gefäße längere Zeit, um den Kalk zu lösen. Endlich filtrirt er unter Abschluß der Luft. Andererseits löst er 7 Theile geschmolzenes salpetersaures Silberoxyd in 150 bis 160 Theilen destillirten Wassers und setzt so viel Aetzammoniak zu, daß der zuerst entstehende Niederschlag wieder verschwindet. Einen Ueberschuß des letztern, der nachtheilig wirkt, nimmt man am besten, wie es Liebig angiebt, mit salpetersaurem Silber hinweg.

Zum Gebrauche mischt man auf 1 Volum Silberlösung 6 Volumen Traubenzuckerkalklösung.

Die Anwendung von Wärme ist weder nach diesem, noch nach Liebig's Verfahren erforderlich.

Digitized by Google

Verfahren zum Versilbern des Spiegelglases von Brossette und Comp. in Paris, beschrieben von Levol.

Fig. 230 und 231 zeigen die benutzte Vorrichtung im Längs- und Querdurchschnitte.

Fig. 230.

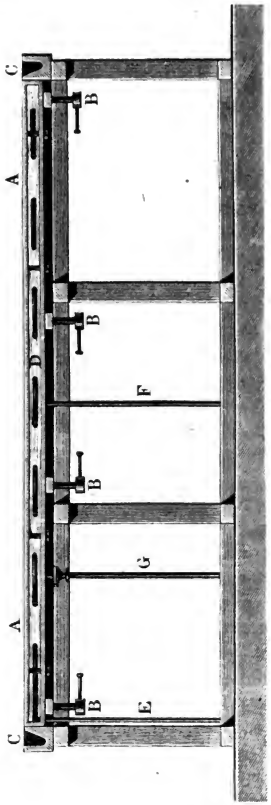


Fig. 231.

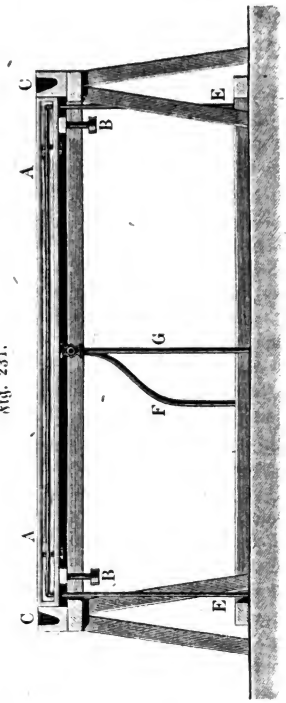


Fig. 232.

Fig. 233.

A ist eine gußeiserne Tafel, unter ihr Wasser, welches durch das Dampfrohr *D* erwärmt wird. *B* sind Schrauben, um die Tafel horizontal stellen zu können. *C* eine um die Tafel gehende Rinne, in welche die ablaufende silber-

Digitized by Google

haltige Flüssigkeit fließt. Durch *E* tritt der Dampf ein; das condensirte Wasser fließt durch *F* ab. Durch *G* kann das Wasser aus der hohlen Tafel abgelassen werden.

H, Fig. 232 und 233 ist die zum Waschen gebrauchte Walze. Um einen hölzernen Dorn sind Kautschukröhren gelegt, und hierüber ein Kautschukblatt befestigt. Die Walze liegt in einem Troge mit destillirtem Wasser.

Die zu versilbernde Fläche der Spiegeltafel wird zuerst mit Wasser und Spanischweiß, sodann mit Zinnasche, welcher etwas Silberoxydammoniak zugesetzt ist, abgerieben und schließlich mittelst der Kautschukwalze *H* gewaschen. Hierauf wird die Spiegeltafel, die vorbereitete Fläche nach oben, auf die mit Wachstuch überzogene, gußeiserne Tafel *A* gelegt, welche den oberen Theil eines geschlossenen Kastens bildet, der Wasser enthält, welches durch das hin- und hergehende Dampfrohr *D* auf ungefähr 60° C. erwärmt wird.

Ueber die Glasfläche gießt man nun gleichmäßig so viel von der Versilberungsflüssigkeit nach Petitjean Nro. 1, als durch Adhäsion festgehalten werden kann, und läßt diese 15 Minuten darauf einwirken. Hierauf neigt man durch Anziehen der Schrauben *BB* die ganze Vorrichtung, um die Flüssigkeit nach den Rinnen *CC* abfließen zu lassen, spült dann die Glasfläche mit destillirtem Wasser ab, bringt sie in die frühere Lage zurück und übergießt sie mit der Versilberungsflüssigkeit Nro. 2, welche 25 Minuten darauf stehen bleibt, läßt nach dieser Zeit ablaufen und spült, wie vorher. In sehr geneigter Stellung läßt man jetzt die versilberte Fläche trocknen und überstreicht sie schließlich mit einem aus Mennige bereiteten, schnell trocknenden Oelanstriche.

Ueber die Kosten der Silberbelegung [1]) können wir nur anführen, daß sie nach den Versicherungen der Fabrikanten geringer sein sollen, als die des Zinnbelegs. Eine Genfer Fabrik hatte im Jahre 1857 auf der Industrieausstellung zu Bern einen Preis-Courant ausgelegt, wonach die Silberbelegung für $1/4$ bis $1/2$ Quadratmeter mit 6 Francs und für 8 bis 9 Quadratmeter mit 40 Francs berechnet wurde. Es beträgt dies also von $3\,1/2$ bis 8 Neugroschen pro Quadratfuß.

Da mit der Größe der Spiegelfläche die Preise für den Beleg steigen, so halten wir bei der Wichtigkeit des Gegenstandes es für zweckmäßig, aus Beeg's Darstellung eine vergleichende Preisliste der Fabrik zu Dignies und der Fabrik von Petitjean hier folgen zu lassen. Es ist nämlich daraus zu ersehen, daß bei kleineren Spiegeln der Quecksilber-, bei größeren der Silberbeleg billiger ist.

---

[1]) Auch bezüglich der Silberbelegung verweisen wir auf die Angaben von C. Beeg a. a. O.

Digitized by Google

Glasfläche.	Preise für den Quadratmeter. Quecksilberbeleg. Frcs.	Cts.	Silberbeleg für eine Minimalproduction von 20 Quadratmetern. Frcs.	Cts.
Unter und bis $\frac{1}{2}$ Quadratmeter	5	74	8	—
Von $\frac{1}{2}$ bis 1 Quadratmeter	7	65	8	—
» 1 » $1\frac{1}{2}$ »	9	56	8	—
» $1\frac{1}{2}$ » 2 »	11	48	12	—
» 2 » $2\frac{1}{2}$ »	13	39	12	—
» 3 » 4 »	19	13	15	—
» 4 » 5 »	22	95	15	—
» 5 » 6 »	26	78	15	—

Diese Preise werden bei größerer Production noch niedriger.

Das Bemalen des Glases weicht von dem des Porzellans weder in der Wahl der Farben, welche selbstverständlich Schmelzfarben sein müssen, noch in der technischen Behandlung ab. Ein Gleiches gilt für das Vergolden, Versilbern und Verplatiniren.

Andeutungen über die Anlage von Glasfabriken.

49 Um dem Anfänger in der Praxis Anhaltepunkte zu bieten, fügen wir zum Schlusse einige Andeutungen über die Anlage von Glasfabriken bei.

Die erste Frage, welche hierbei erörtert werden muß, ist die, wo ist es vortheilhaft, eine Glasfabrik anzulegen?

Jede Industrie, welche Naturproducte verarbeitet, deren Handelswerth im Vergleich zu ihrem Gewichte nur gering ist, verpflanzt ihre Anlagen dahin, wo diese Rohproducte sich finden. Zu dieser Klasse von Industriezweigen gehört die Glasfabrikation.

Sind jedoch zur Verarbeitung des Rohproductes bedeutende Mengen von Brennmaterial nöthig, so hängt die Entscheidung über die Wahl des Platzes davon ab, ob der Transport der Rohstoffe oder der des Brennmaterials größere Kosten verursachen werde.

Aus dem, was früher über das Glasschmelzen angeführt worden ist, erhellt, daß das Gewicht des dazu verbrauchten Brennstoffes mehr beträgt, als das der

Digitized by Google

zu schmelzenden Materien. Deshalb ist der Sitz der ältern Glasindustrie in holzreichen Gegenden, und die Hütten wurden inmitten der Waldungen angelegt. Die neuere Glasfabrikation kann nur auf Erfolg rechnen, wenn sie Steinkohlen oder andere fossile Brennstoffe anwendet, und daraus folgt, daß Glasfabriken sich heutzutage nur noch in der Nähe der Kohlenfelder mit Vortheil ansiedeln können.

Das Gewicht der Schmelzmaterialien, mit Ausnahme der Alkalien, ist übrigens noch bedeutend genug, um die Glasfabrikation als unvortheilhaft selbst in der Nähe der Kohlengruben erscheinen zu lassen, wenn guter Sand und Kalk aus allzu weiter Ferne herbeigeschafft werden müßten.

Ein sehr nothwendiges Erforderniß für die Fabrikation des Glases ist ferner, wie wir kennen gelernt haben, guter Thon. Der Mangel desselben in der nächsten Nähe ist indessen kein hinreichender Grund, von der Anlage einer Glasfabrik, wenn alle übrigen Verhältnisse günstig sind, abzustehen; denn der jährliche Thonverbrauch, vorausgesetzt, daß derselbe von bester Qualität ist, beträgt kaum mehr als $^1/_{14}$ bis $^1/_{15}$ vom Gewichte der Schmelzmaterialien.

In zweiter Stelle kommen die Gebäulichkeiten in Frage, welche sich aus der Betrachtung der nothwendigen Geschäftsräume am einfachsten ergeben.

Im Allgemeinen ist über ihre Construction zu bemerken, daß jeder unnöthige Kostenaufwand zu vermeiden ist, und ihre Stellung zu einander so gewählt werden muß, daß alle Arbeiten bequem und ohne Zeitverlust ausgeführt werden können. Für jede Art von Glasfabrikation wird:

1. ein Raum gebraucht, in welchem sich die Oefen befinden, und diese werden stets in einem besonderen Gebäude, dem eigentlichen »Hüttengebäude«, errichtet, welches das Hauptgebäude der Fabrik ist. Es genügt, wenn dieses auf einem breiteren gemauerten Fundamente mit zwölf- bis achtzehnzölliger (28 bis 42 Centimeter) Umfassungsmauer aus Ziegeln oder Steinen aufgeführt wird. Um einer solchen Mauer mehr Festigkeit zu geben, versieht man sie an passenden Stellen mit Strebepfeilern. — Zweckmäßig ist es, im Inneren alles Holzwerk zu vermeiden, jedenfalls darf aber nicht unterlassen werden, wenigstens die untersten, gewöhnlich hölzernen Querbalken des Dachstuhles durch eiserne Stangen zu ersetzen.

Bei Gründung des Gebäudes hat man auf die Anlage der früher schon erwähnten Luftcanäle Rücksicht zu nehmen.

Das Dach kann ziemlich flach und mit Steinpappe gedeckt und muß so eingerichtet sein, daß ein kräftiger Luftwechsel in der Hütte stattfindet. Aus diesem Grunde muß überhaupt der Hüttenraum möglichst hoch (von der Hüttensohle bis zum First des Daches mindestens 36 Fuß [10 Meter 20 Centimeter]) und weit angelegt werden; am zweckmäßigsten ist die früher erwähnte englische Einrichtung.

Was die Weite des Raumes anlangt, so ist dieselbe zuerst abhängig von der Größe und Anzahl der Oefen, die, wie aus der vorausgegangenen Darstellung der Fabrikation bekannt ist, bei den verschiedenen Zweigen derselben verschieden sind. Indem wir daher auf die speciellen Angaben, Regeln für Berechnung der Größenverhältnisse, sowie die den Zeichnungen beigegebenen Maßstäbe verweisen, bemerken wir nur bezüglich der Oefen, daß man Unterbrechungen im Betriebe

Digitized by Google

durch Umbau oder Reperatur eines Ofens nur durch den Bau mindestens eines Reserveofens vermeiden kann. Bezüglich der Kühlöfen für Hohlglasgegenstände ist zu berücksichtigen, daß alle Gegenstände, welche während der ganzen Dauer der Arbeit fertig gemacht werden, wenn sie gut gekühlt werden sollen, im Kühlraume Platz finden müssen. Wenn man daher nicht mit Kühltöpfen arbeitet, so müssen die Kühlöfen im Stande sein, die ganze Arbeit aufzunehmen. Als Ausgangspunkt der Vorausberechnung kann man den Raum annehmen, welchen 100 Stück Weinflaschen bedürfen, und dieser ist 9 bis 10 Cubikfuß. So viel mal 100 Stück Weinflaschen daher die im Ofen geschmolzene Glasmasse liefern kann, so viel mal 10 Cubikfuß Kühlraum sind herzustellen. Bei der Vertheilung des Kühlofenraumes hat man darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Einschieben der Gegenstände in den hinteren Theil des Ofens bequem erfolgen kann; der Ofen darf also nicht zu tief sein. Nach unserm Dafürhalten würde eine Länge von 6′ (etwa 2 Meter) auf eine Tiefe von 4′ (etwa 1 Meter 25 Centimeter) und eine Höhe von 3′ (etwa 90 Centimeter) im Lichten für jeden einzelnen Kühlofen ein passendes Verhältniß sein. Die für jeden in Thätigkeit befindlichen Schmelzofen nöthigen Kühlöfen lassen sich hiernach leicht berechnen.

Was die Streckösen anbelangt, so ist deren Zahl abhängig von der Größe der Schmelzösen und von dem System, nach welchem der Streckofen arbeitet. In dem gewöhnlichen Streckofen mit unbeweglichem Lager werden durchschnittlich in 24 Stunden 200 Cylinder gestreckt und die Kühlung erfordert mindestens 3 bis 4 Tage. Darnach läßt sich die erforderliche Zahl der Oefen berechnen. Die Streckösen nach dem neueren System sollen das Doppelte leisten; Canalösen selbst noch mehr, weil die Kühlung rascher erfolgt.

Die Disposition der Oefen. Ist nur ein Schmelzofen vorhanden, so wird er in der Mitte des Hüttengebäudes und die Kühlösen den Arbeitsplätzen gegenüber, entweder in die vier Ecken oder längs der Wände des Gebäudes in einer solchen Entfernung angelegt, daß der Raum hinreichend weit genug ist, um die Bewegung der Arbeiter in keiner Weise zu stören; weniger als 10 bis 15′ (3 bis 4 Meter) Zwischenraum sollte nicht genommen werden.

Sind mehrere Schmelzösen anzulegen, so kommen sie auf etwa 20′ Entfernung von einander und erhalten jeder in seiner Nähe die erforderlichen Kühlösen.

Die Kühlösen für gegossene Spiegel werden in der aus früheren Angaben zu berechnenden Anzahl längs der Wände des Hüttengebäudes angelegt, während der Schmelzofen am einen Ende desselben quer vor zu stehen kommt. Vor den Oefen sind die Eisenbahnen anzulegen, auf welchen die Gießtafel vor die Mundlöcher gefahren wird.

Die Häfenaufwärmeösen (Temperösen) werden entweder an den Schmelzofen angehängt oder in einiger Entfernung von demselben an der Wand des Hüttengebäudes angebracht. Für jeden Schmelzofen bedarf man ein bis zwei solcher Oefen.

Noch wichtiger als bei den übrigen Nebenösen ist es bei den Streckösen, daß sie an einer Stelle angelegt werden, welche nicht allein Raum genug für unge-

Digitized by Google

störtes Arbeiten bietet, sondern auch dem Staube der Hütte möglichst wenig ausgesetzt ist.

In dem Hüttengebäude müssen oder können der Bequemlichkeit wegen angelegt werden:

2. Ein Lagerplatz für die Kohlen, welcher so gelegen sein muß, daß man von demselben aus das Brennmaterial so leicht und schnell als möglich zu den Feuerungen transportiren kann, ohne doch die Hütte durch den Kohlenschmutz zu verunreinigen.

3. Eine »Gemengstube«, in welcher die Schmelzmaterialien abgewogen und in den früher beschriebenen Kasten oder Trommeln gemengt werden.

4. Neben der Gemengstube eine kleinere Materialkammer, in welcher Glaubersalz, Soda, Braunstein u. dergl. aufbewahrt werden.

5. Ein Raum zur Aufbewahrung der Werkzeuge, der Formen u. dergl. kann, wenn der Platz dazu zu gewinnen ist, ebenfalls im Hüttengebäude eingerichtet werden.

6. Eine Werkstätte zur Ausbesserung der Werkzeuge [1]). In einem dem Hüttengebäude möglichst nahe gelegenen, oder einen Flügel desselben bildenden, Gebäude sind:

7. Räume zur Anfertigung und zum Trocknen der Häfen und Ofensteine, »die Hafenstube« und »Trockenstube«, sowie zu deren Aufbewahrung, »Hafenvorrathskammer«; zum Lagern des Thones und zum Pochen der Charmotte u. s. w., »die Pochkammer«, anzulegen.

Am zweckmäßigsten erhält dieses Gebäude einen niedrigen Keller oder ein Souterrain mit einer Abtheilung für den rohen Thon und einer zweiten, um Thon in Vorrath einzusumpfen. Zwischen beiden kann man eine dritte anbringen, um darin eine Thonschneidemaschine aufzustellen.

Zu ebener Erde kommt in dieses Gebäude die Pochkammer mit Pochwerk und nach Befinden Quetschmühle von mindestens 400 Quadratfuß Bodenfläche [2]). Anstoßend hieran eine kleinere Kammer zur Aufbewahrung von Charmotte und hierauf die Hafenstube, welche ebenfalls mindestens 400 Quadratfuß Bodenfläche und gutes Licht haben muß. Längs der Wände werden darin einige Tische zum Kneten der Masse befestigt und in die Mitte einige Kasten zum Anmachen des Gemenges gestellt. Nebstdem muß ein hinreichender Raum für die Arbeiten des Formens übrig bleiben. Die Hafenstube muß heizbar sein und einen Aufzug erhalten, um den Thon aus dem Souterrain heraufschaffen zu können.

Wir würden nun alle übrigen noch hierher gehörigen Räume zu ebener Erde neben einander anlegen und zwar so, daß an dem vom Hafengebäude entferntesten Ende die Pochkammer den Anfang und an dem letzterem zunächst gelegenen die Hafenvorrathskammer den Schluß machte. Alle Räume würden wir durch eine

---

[1]) In einer Tafelglashütte ist noch die Schneidestube im Hüttengebäude unterzubringen.

[2]) Benutzt man Wasserkraft zum Betriebe des Pochwerks und der Mühle, so ist freilich die Lage des Pochwerks davon abhängig, bedient man sich dagegen einer Dampfmaschine, so ist diese neben der Pochkammer aufzustellen.

Digitized by Google

durchgehende Eisenbahn unter einander verbinden. Will man jedoch aus örtlichen oder anderen Rücksichten eine Etage auf das Gebäude aufsetzen, so sind die folgenden Räume in diese zu verlegen und Aufzüge anzubringen, um die Häfen aus der Hafenstube herauf und von der Vorrathskammer wieder herunter zu schaffen.

Um die Größe der Vorrathskammer und Trockenstube zu bestimmen geht man davon aus, daß die Häfen mindestens jeden Monat zu erneuern sind und eine alte praktische Regel vorschreibt, die Häfen ein Jahr alt werden zu lassen, ehe man sie in Gebrauch nimmt. Hätte man nun einen Ofen mit 8 Häfen, so würden für 10 Arbeitsmonate 80 Häfen vorräthig sein müssen. Wir rechnen 100, weil für Aufbewahrung der Ofensteine, die, wie früher erwähnt, für den Bau eines Ofens ebenfalls in Vorrath zu halten sind, der übrige Raum benutzt werden kann. Haben die Häfen einen oberen Durchmesser von 32″ und stehen sie von einander um einige Zolle ab, so kann man annehmen, daß 300′ die Länge des Raumes ist, welchen die Häfen zur Aufstellung erfordern. Hierzu werden 6″ bis 12″ hohe Brettergerüste vorgerichtet, welche 2′ von den Wänden und 5′ von einander abstehen. Hat das Gebäude 20′ bis 30′ Tiefe, so kann man bequem 4 Gerüste in der Vorrathskammer anbringen und muß ihr folglich eine Länge von 75′ geben. Man könnte jedoch, wenn an Raum gespart werden müßte, zwei Gerüste über einander herstellen und würde dann mit der halben Länge ausreichen.

In der Trockenkammer läßt man die Häfen ungefähr 3 Monate stehen; sie muß folglich, wenn man der Sicherheit wegen monatlich 10 Häfen neu anfertigen läßt, 30 Häfen und, um die Ofensteine aufnehmen zu können, den Raum von 40 fassen, d. h. halb so groß als die Vorrathskammer sein.

Beide Räume sind heizbar einzurichten und mit einer Ventilation zu versehen, welche, ohne daß ein Luftzug einseitig die Häfen treffen kann, die Erneuerung der Luft gestattet. Wir würden längs der Wände die Feuerung so anlegen, daß die heißen Gase zuerst in die Canäle der Trockenstube einträten und von da nach den Canälen der Vorrathskammer strömten, an deren Ende sie durch eine Esse abgeführt würden.

Um die Ventilation herzustellen, würden wir die Heizcanäle mit Luftcanälen umgeben, wie es bei den Malzdarren gebräuchlich ist, und ebenso wie dort die Einrichtung treffen, daß die erwärmte Luft aus letzteren ausströmte, es aber auch möglich wäre, mehr oder weniger kalte Luft zuzuführen, um die Temperatur auf 20° bis 25° C. reguliren zu können. Das letztere würde besonders in der Trockenstube nöthig sein, weil es sehr schädlich ist, wenn das Austrocknen der Häfen zu rasch erfolgt.

Die Ventilation würden wir durch Luftessen herstellen, je eine in der Mitte der Decke jedes Raumes von etwa 18″ im Quadrat.

Denken wir uns, das Gebäude, dessen Benutzung und Eintheilung wir so eben besprochen haben, bilde einen Flügel oder stehe in geringer Entfernung rechtwinkelig zum Hüttengebäude, so würde ihm gegenüber ein zweiter Flügel oder ein zweites Gebäude anzulegen sein, in welches

8. die Lagerräume für Rohstoffe und fertige Waaren, sowie die »Packkammer« zu verlegen sind.

Digitized by Google

Ueber die Größe dieser Räume läßt sich schwer etwas Bestimmtes angeben. Wir glauben, daß die Packkammer groß genug sein würde, wenn sie 400 Quadratfuß Bodenfläche hat. Macht man nun das Gebäude 30′ tief, wie das gegenüberliegende, so wird dieselbe ungefähr 13′ lang werden.

Die Größe der Materialkammer zur Lagerung der größeren Vorräthe kann man annähernd durch folgende Betrachtungen finden: Wir gehen von der Voraussetzung aus, daß ein Ofen mit 8 Häfen, à 6 Centner Glas, im Betriebe ist und monatlich 18 Schmelzen gemacht, also 864 Centner Glas geschmolzen werden. Die für 1 Centner Glas erforderlichen Rohstoffe nehmen im höchsten Falle einen Raum von 2 Cubikfuß ein, wir brauchen demnach pro Monat 1728 Cubikfuß Raum und wollen wir für 3 Monate Vorrath haben, so erfordert dies einen Raum von 5184 Cubikfuß. Nehmen wir an, daß die Rohstoffe im Mittel 6′ hoch aufgeschichtet werden können, so würde die Materialkammer, bei 30′ Tiefe des Gebäudes und die nöthigen Zwischenräume in Anschlag gebracht, 30′ bis 40′ lang sein müssen. In derselben würden nun besondere Abtheilungen für die Alkalien, Glasbrocken, Kalk und Sand zu machen sein.

Für die Lagerung der fertigen Waaren würden wir einen ebenso großen Raum reserviren und alle diese Räume zu ebener Erde neben einander so anlegen, daß die Materialkammer zunächst der Hütte den Anfang machte, neben diese die Waarenkammer käme und die Packkammer den Schluß bildete und so gelegen wäre, um die unmittelbare Abfuhr der Waaren zu gestatten.

In Tafelglasfabriken würde in diesem Gebäude überdies eine Tischlerwerkstatt zur Anfertigung der Kisten anzulegen sein.

Quer vor, dem Hüttengebäude gegenüber, würden wir ein Gebäude errichten, welches

9. das Comptoir und die Wohnung des Dirigenten enthielte. In der Mitte aber zwischen den vier Gebäuden würden wir

10. einen Brunnen oder eine Fontaine anlegen und von ersterem das Wasser in ein in der Hütte anzubringendes Reservoir pumpen lassen, oder von letzterer eine Röhrenleitung nach dem Hüttengebäude legen, so daß in letzterem das Wasser fortwährend zur Hand ist.

Endlich liegt es im Interesse der Fabrik, ihre Arbeiter in der nächsten Nähe unterzubringen und deshalb ausreichende Arbeiterwohnungen einzurichten.

Wir schließen die vorstehenden Andeutungen mit einer allgemein gültigen Regel ab, welche so lautet: bei der Anlage einer Glashütte ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß eine später sich nothwendig machende Vergrößerung ohne große Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann.

Andeutungen über die Administration von Glasfabriken.

Die Administration einer Glasfabrik hat, wie die eines jeden industriellen 30
Etablissements, eine rein commercielle und eine eigentlich industrielle Seite. Die erstere übergehen wir mit Stillschweigen, da nur die allgemein bekannten kaufmännischen Regeln dabei zur Anwendung kommen. Bezüglich der letzteren aber

Digitized by Google

heben wir nur einige Punkte hervor, welche die Controle des Verbrauchs und der Production betreffen. Nur wenn man diese beiden Factoren, neben dem dritten, der Arbeit, genau controlirt, kann man darauf rechnen, eine klare Einsicht in den Gang der Fabrikation und dadurch die Grundlage zur Aufstellung einer richtigen Calculation zu gewinnen.

Verbrauchte Stoffe. Brennmaterialien. Wir würden jeden mit Kohlen beladenen Wagen auf eine Brückenwage fahren lassen, wie es in den Zuckerfabriken mit den Rüben geschieht. Die Brückenwage befindet sich unter einem Thorwege, welcher den einzigen Ein- und Ausgang zu und von der Fabrik bildet. Das Gewicht des Wagens wird im Comptoir abgelesen und notirt, ebenso das des zurückgehenden leeren Wagens.

Werden die Kohlen, wie fast allgemein, nach dem Maße verkauft, so ist das Gewicht der Maßeinheit jeder Kohlensorte möglichst genau zu ermitteln.

Vom Lagerplatze werden die Kohlen in geaichten Karren vor den Ofen gefahren und genau notirt, wie viel deren zum Schmelzen und wie viel zur Arbeit verbraucht werden.

Ebenso ist zu notiren, was die Temperöfen und Kühlöfen (Streckösen) erhalten.

Bei jedem Ofen ist daher eine Tafel aufzuhängen, auf welche die Zahl der angefahrenen Karren notirt wird. Was nach Beendigung einer Arbeit übrig ist, wird zurückgemessen und das wirklich Verbrauchte in ein Journal eingetragen.

Hat man erst eine Zeit lang den Kohlenverbrauch genau überwacht, so kann später selbst, wenn man nicht gerade persönlich die Controle führt, eine Unregelmäßigkeit nicht vorkommen, ohne daß man sie bemerkt.

Schmelzmaterialien. Die in Wagenladungen ankommenden werden ebenso behandelt wie die Kohlen; einzelne Fässer werden auf einer in der Materialkammer befindlichen Wage gewogen und die Tara des Fasses abgezogen.

Die ersteren können auch, wie die Kohlen, in geaichten Karren nach der Hütte gefahren werden, die letzteren werden faßweise abgegeben.

An die Pochkammer giebt man die Stoffe nur gewogen ab und bestimmt das Gewicht des Gepochten durch Messen in Kasten oder Karren, deren Capacität genau ermittelt ist.

Thon und Charmotte. Der angefahrene Thon wird, wie die Kohlen, gewogen. Zum Brennen der Thon-Charmotte werden nur gewogene Mengen davon abgegeben und die erhaltene Charmotte ebenfalls gewogen. Dadurch erfährt man zugleich den Wassergehalt des Thones.

Ferner werden die an die Hafenstube abgelieferten Hafenscherben gewogen und endlich die trockenen Häfen und Ofensteine.

Producte. Die fertigen Waaren aller Art werden nicht nur nach ihrer Qualität sortirt und gezählt, sondern auch gewogen.

Daß dies Alles gehörig gebucht und übersichtlich zusammengestellt werden muß, bedarf keiner Erwähnung. Als Muster hierfür kann das Schema für eine Monatsübersicht dienen, welches uns freundlichst überlassen worden und welches wir hier wiedergeben. Die Hauptrubriken sind: Production, Verbrauch, Arbeits-, Unterhaltungskosten, Allgemeine Unkosten.

Digitized by Google

Monat:

(Anzahl der) **Schmelzen.** (Summe der durch dieselben erhaltenen) **Producte.**
(Gewicht der) **Schmelzmaterialien.** (Gewicht des) **producirten Glases.**
Verhältniß zwischen Schmelzmaterialien und Product.

Verbrauch.

- **Schmelzmaterialien.**
  - Sand, Flußmittel, als Kalk, Soda, Glaubersalz, und dergl. [1]),
  - Braunstein, und dergl.
  - Summe:
- Kohlen [2]), Häfen, Holz.
- **Verpackungs-Material.**
  - Kisten, Stroh, Nägel, und dergl.
  - Summe:
- **Unterhaltungs-Material.**
  - Thon und Ofensteine, (Streckfsteine), Eisen für Roststäbe, Schaufeln, Feilen, Oel zur Beleuchtung, und dergl.
  - Summe:

Arbeit.

- Löhne für Akkordarbeit (Stückarbeit).
  - Bläser, u. s. w.
- Monats-Löhne.
  - Schürer, u. s. w.
  - Summe:

Unterhaltung.

- Reparaturen, und dergl.
- Summe:

Allgemeine Unkosten.

- Summe:

[1]) Hier würden wir Glasbrocken anführen. [2]) Hier würden wir einschalten: a. zur Schmelzung, b. zur Arbeit, c. zur Kühlung (Streckung), d. im Temperofen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nachweisung literarischer Hülfsmittel, welche entweder in vorstehender Schrift benutzt worden sind, oder für ein eingehendes Studium empfohlen werden können.

Aeltere Geschichte des Glases und der Glasfabrikation.

Joh. Kunkel's vollständige Glasmacherkunst, 2 Thle. Nürnberg 1785.
White history of inventions und im Auszuge Dingler's Journ. XXV. 61.
Krünitz, ökonomische Encyclopädie ꝛc. Bd. XVIII. 585.

Statistik der Glasfabrikation.

Mac-Culloch, Statistical account of the British Empire. London 1837.
Die französische Glasfabrikation im Jahre 1834. Dingl. Journ. LIV. 381.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Glases.

Das beste Glas für Gewächshäuser. The civil Eng. and Arch. Journ. 1847. p. 286.
Spiegelnde Glaskugeln (nach Elsner). Polytechn. Centrlbl. 1848. S. 1347.
» » » » 1851. S. 1142.
Rose, über rothes Glas. Polytechn. Centrlbl. 1851. S. 250.
Schubarth, über rothes und blaues Glas. Dingl. Journ. XCIV. 282.
Ueber den Einfluß von Wärme und Licht auf die Farben des Glases von Bontems. Polytechn. Centrlbl. 1850. S. 105. Faraday, Bulletin des sciences technologiques T. II. 134.
Ueber die Färbung des Glases durch verschiedene Stoffe von Bontems. Dingl. Journ. CXIV. 394. CXV. 431.
Ueber das Trübwerden des Glases von Splitgerber. Dingl. Journ. CXIII. 28.
Ueber das Trübwerden des Glases von Vogel und Reischauer. Polytechn. Centrlbl. 1859. S. 1286.
Ueber goldhaltiges Glas von Splitgerber. Dingl. Journ. XCII. 40.

Digitized by Google

Ueber Entglaſung von Pelouze. Polytechn. Centrlbl. 1835. S. 1099.

Dem Scheibenglaſe die Eigenſchaft des Erblindens zu nehmen. Polytechn. Centrlbl. 1855. S. 889.

Analyſen von kryſtalliſirtem und entglaſtem Glaſe von Terreil. Polytechn. Centrlbl. 1858. S. 283.

Veränderung des Glaſes durch langes Liegen in der Erde. Dingl. Journ. LXXIX. 236.

Ueber die Dehnbarkeit des Glaſes von Deuchar. Dingl. Journ. X. 55.

Glasanalyſen. Polytechn. Centrlbl. 1850. S. 105. 1855. S. 1466. Dingl. Journ. LXXXVIII. 157. XCVII. 71. XXXIX. 27. 43.

Glasfabrikation im Allgemeinen.

Encyclopédie méthodique, Abthl. Arts et Métiers, Glaces et Verres.

Dictionnaire technologique etc. Paris 1822. Glaces et Verres.

Ure, Dictionary of Arts etc. London 1846.

Karmarſch und Heeren, Techniſches Wörterbuch. Zweite Auflage.

Verſuch einer ausführlichen Anleitung zur Glasmacherkunſt, nach dem Franzöſiſchen des Bürgers Loyſel und nach eigenen Erfahrungen bearbeitet. I. Theil. Frankfurt a. M. Andreä'ſche Buchhandlung 1802.

Deſſelben Werkes II. Theil. 1818.

Ruſſiſche Glasfabrikation im Jahre 1829. Dingl. Journ. XXXIV. 31.

Amerikaniſche Glasfabrikation im Jahre 1830. Dingl. Journ. XXXV. 297.

Kirn, über Glashüttenbetrieb im Böhmer Walde. Bairiſches Gewerbeblatt 1831. S. 239.

Satz.

Polytechn. Centrlbl. 1848. S. 1044. 1850. S. 51. 105. 1852. S. 1395.

Gefärbte Gläſer.

Rothes Glas von Thevenot. Bulletin de la soc. d'encouragement 1846. p. 487.

Rothes Glas von Bedford. Dingl. Journ. CII. 390.

Künſtlicher Aventurin. Dingl. Journ. XCIX. 431.

Hämatinon von Pettenkofer. Polytechn. Centrlbl. 1848. S. 605. und 1857. S. 938.

Schwarzes Glas aus Kieſelerde und Kohle nach Prater. Dingl. Journ. LXXXIII. 420.

Schwarzes Glas durch Schwefelmetalle nach Splitgerber. Polytechn. Centrlbl. 1855. S. 1303.

Bereitung des Goldpurpurs. Dingl. Journ. LI. 375.

Rubinglas nach Fuß. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1836. S. 20.

Gemuſtertes Glas.

Polytechn. Centrlbl. 1847. S. 187. 1848. S. 1052. 1852. S. 847.

Digitized by Google

Flint- und Crownglas.

Boutems. Dingl. Journ. LXXIX. 44. XCVII. 358.
Guinand. » » LXXX. 35.
Daguet. Journ. f. prakt. Chem. von Erdmann. III. 218.

Schmelzöfen.

Nicholson und Wadsworth. . . . . Polytechn. Centrlbl. 1847. S. 185.
Chance. . . . . » » 1848. » 1049.
Deeley. . . . . » » 1852. » 683.
Chance, mit Anthracitfeuerung . . . . . » » 1853. » 1061.
Blinkhorn. . . . . » » 1854. » 1187.
Mackay. . . . . » » 1854. » 803.
Bellford, mit Gasfeuerung. . . . . » » 1855. » 360.
White, » » . . . . . » » 1858. » 1008.
Schinz, » » . . dessen Werk »die Wärmemeßkunst« ꝛc. Stuttgart 1858. S. 540.
Kirn, über Dimensionen der Oefen und Häfen für Holzfeuer. Journ. f. prakt. Chem. von Erdmann. XI. 34.

Kühlöfen.

Chance. . . . . Polytechn. Centrlbl. 1848. S. 1049.
Blinkhorn . . . . . » » 1854. » 1188.

Strecköfen.

Farthing . . . . . Polytechn. Centrlbl. 1847. S. 1403.
Chance und Bodger. . . . . » » 1847. » 186.
Deacon. . . . . » » 1847. » 886.
Roscher. . . . . » » 1856. » 618.
Poschinger. . . . . » » 1857. » 394.
Coffan. Dingl. Journ. XLII. 348.
Change. » » LXXXIX. 371.
Hutter. Brevets d'inventions T. XXII. p. 363.
Leonard. » » T. XLVI. p. 214.

Formgebung.

Vorrichtung zum Blasen von Glasflaschen mit Schraubengewinde. Polytechn. Centrlbl. 1853. S. 924.
Robinet's Vorrichtung zum Blasen. Dingl. Journ. XLVI. 406. XLVIII. 77.
Gerke, über englische Messingformen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen. 1827. S. 103.
Gerke, über Vereinigung der Formarbeit und Stuhlarbeit. Ebendaselbst. 1828. S. 197.
Tafelglas nach Mackay . . . . . Polytechn. Centrlbl. 1854. S. 803.
» » Walter . . . . . » » 1858. » 764.
» » Binet . . . . . » » 1860 » 458.
und Bull. de la soc. d'enc. 1859. p. 601.
Tafelglas, gerieftes . . . . . » » 1853. » 636.

Digitized by Google

Concave Gläser aus ebenen Scheiben nach Thompson und Ford. Polytechn. Centrlbl. 1852. S. 1168.
Gießen des Glases nach Warren. Polytechn. Centrlbl. 1856. S. 329.
Spiegel- und Tafelglas . . . . . » » 1847. S. 185.
Spiegelglas nach Hartley . . . . . » » 1848. » 1050.
» » Bessemer. Dingl. Journ. LXXXVI. 182.
» » Crossfield. » » » 424.
Gewundene Röhren. Polytechn. Centrlbl. 1847. S. 1404.
Perlenimitation nach Geißler. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen. 1860. S. 66.
Incrustationen. Dingl. Journ. VII. 374. CXIII. 315. XIV. 418. Bairisches Kunst- und Gewerbeblatt 1826. S. 334. 345. 362. 377.
Filigranglas nach Bontems. Dingl. Journ. XCVII. 358.
Reticulirtes Glas nach Pohl. » » LXXXIX. 20.
Pellat, Curiosities on Glasmaking. Dingl. Journ. XLIII. 343.

Vollendung und Verzierung.

Sprengen des Glases . . . . . Polytechn. Centrlbl. 1847. S. 462.
Maschine z. Schneiden u. Schleifen v. Poole. » » 1855. » 1123.
» » » v. Ferrand » » 1859. » 1113.
Versilberung von Glasgefäßen mit hohlen Wänden. Dingl. Journ. CXVIII. 37. Polytechn. Centrlbl. 1851. S. 832.
Weickert, über Glasversilberung . . . . . Polytechn. Centrlbl. 1851. S. 626.
Power . . . . . » » 1853. » 1468.
v. Liebig . . . . . » » 1856. » 783.
v. Liebig . . . . . » » 1859. » 555.
Löwe . . . . . » » 1859. » 1007.
Petitjean . . . . . » » 1859. » 1245.
Petitjean und Faraday . . . . . » » 1857. » 1100.
Wagner . . . . . » » 1858. » 1439.
Delamotte und de la Maisonfort . . . . . » » 1859. » 889.
Masse . . . . . » » 1859. » 197.
Brosette u. Comp. . . . . » » 1860. » 1461.
Beeg. Wagner's Jahresb. über d. Fortschr. d. chem. Technologie. 1859. S. 283.

Digitized by Google

6

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehren Gelehrten und Technikern bearbeitet, und herausgegeben von

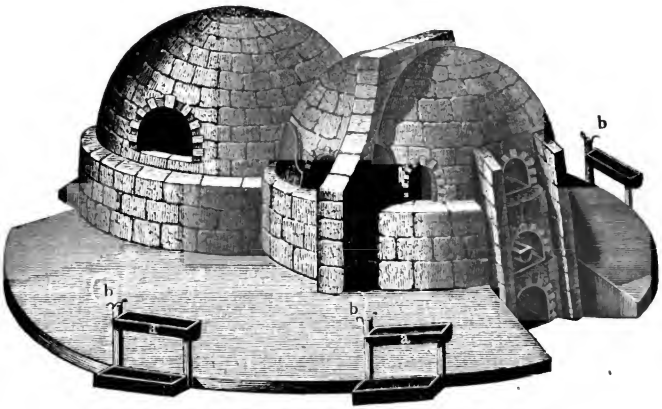
Dr. P. Bolley,
Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Acht Bände, die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

Dritten Bandes erste Gruppe. III. /

Die Glasfabrikation.

Von Professor W. Stein.



Mit 233 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

Digitized by Google

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit des Herrn Herausgebers, der Herren Mitarbeiter und des Verlegers lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Der Preis wird, einschließlich der reichsten Illustration durch zahlreiche Abbildungen, durchschnittlich nicht über $2\frac{1}{2}$ Sgr. pro Bogen in groß Octav-Median betragen;
6. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert;
7. Gleichzeitig erscheinen jetzt:
   a) Die chemische Technologie des Wassers. Vom Herausgeber. Mit 80 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 24 Sgr.
   b) Das Beleuchtungswesen. Erste Abtheilung. Vom Herausgeber. Mit Kupfertafeln und 136 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr.
   c) Die Fabrikation chemischer Producte aus thierischen Abfällen. Von Dr. Hugo Fleck, Assistent an der Königl. polytechnischen Schule, Lehrer der Physik und Chemie an der chirurgisch-medicinischen Academie zu Dresden. Mit 46 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr.
   d) Die Gasfabrikation. Von W. Stein, Professor der Chemie an der polytechnischen Schule zu Dresden. Mit 233 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

   Unter der Presse befinden sich:
   e) Das Beleuchtungswesen. Zweite Abtheilung: Gasfabrikation. Vom Herausgeber.
   f) Die Fabrikation chemischer Producte aus dem Mineralreich. Von Dr. Schwarzenberg.

Der Verleger bittet den ausführlichen Prospectus einer eingehenden Durchsicht werth halten zu wollen.

Braunschweig, im October 1861.

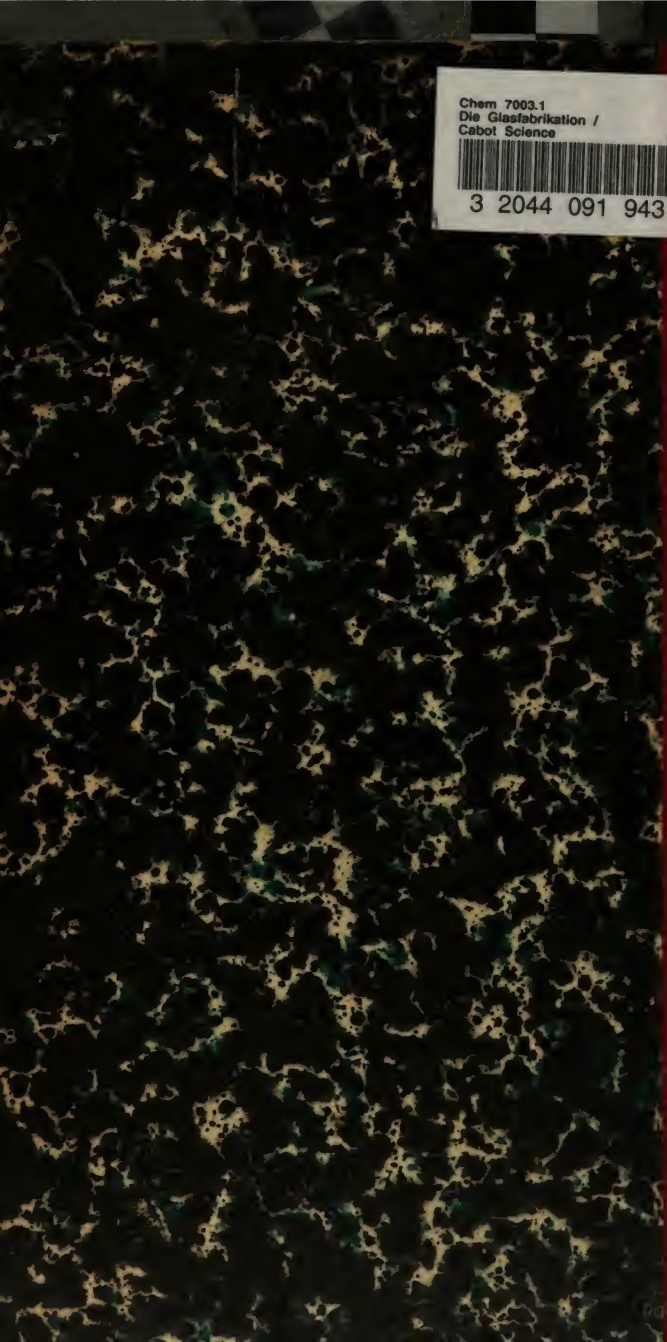
Friedrich Vieweg und Sohn.

Digitized by Google

JAN 11 1910

NOV 11 1910

Digitized by Google



Chem 7003.1
Die Glasfabrikation /
Cabot Science
003408377
3 2044 091 943 852

Digitized by Google